















NYT MAGAZIN  
FOR  
NATURVIDENSKABERNE.

---

Grundlagt af  
Den Physiographiske Forening  
i Christiania.

Udgivet ved

H. Mohn.      Th. Hiortdahl.      W. C. Brøgger.

---

34te Bind.  
4de Rækkes 2det Bind.



Christiania.  
P. T. Mallings Boghandel.

A. W. Brøggers Bogtrykkeri.

1895.

198592



## INDHOLD.

---

	Side
Nogle Iagttagelser over Isens Bevægelse i Fjeldstrækningen østenfor Storsjøen i Rendalen. Af O. E. Schiøtz . . . . .	1
Om Øiegneisen i Sparagmitfjeldet. Af O. E. Schiøtz . . . . .	7
Isbræstudier i Jotunheimen. Af P. A. Øyen . . . . .	12
Om <i>Grimmia Ryani</i> Limpr. in litt. Af N. Bryn . . . . .	73
Lidt om Vegetationen ved Kaaforden i Lyngen. Af E. Jørgensen . . . . .	77
Om Isskillets Bevægelse under Afsmeltning af en Indlandsis. Af O. E. Schiøtz . . . . .	102
Om beliggenheden af bræskillet og forskjellen mellem kyst- og kontinentalsiden hos den skandinaviske storbræ. Av Andr. M. Hansen . . . . .	112
Den canadiske nikkelindustri; bessemring af nikkelsten; udsigterne for den norske nikkelindustri. Af J. H. L. Vogt . . . . .	215
Om Bestemmelse af Søvandets Saltgehalt ved Hjælp af dets elektriske Ledningsevne. Af Hercules Tornøe . . . . .	232
Mærker fra istiden og postglaciale skjælbanker i Namdalen. Af J. Rekstad . . . . .	241
Kobberets historie i fortid og om udsigterne for fremtiden. Af J. H. L. Vogt . . . . .	259

---





## Nogle lagttagelser over Isens Bevægelse i Fjeldstrækningen østenfor Storsjøen i Rendalen.

Af

O. E. Schiotz.

---

I et Arbeide, der udkom 1886,<sup>1)</sup> har Dr. Andr. Hansen søgt at paavise, at den sidste Rest af Skandinaviens Indlandsis har strakt sig som en forholdsvis smal Pølse over den centrale Del af Norge bagenfor Vandskillet; i Østerdalen skulde saaledes denne Bræmasse have gaaet over Storsjøen mod O. til Engerdalen. Denne Anskuelse fastholder Hansen ogsaa i et senere Arbeide.<sup>2)</sup> I en Opsats,<sup>3)</sup> der udkom ifjor, søgte jeg theoretisk at paavise, at Isskillet under Afsmeltningen maatte nærme sig Vandskillet; ved Hjælp af Flytblokkene viste jeg desuden, at Bevægelsen af Isen overalt i Høiden har foregaaet mod S. paa den ovennævnte Strækning, og at ogsaa Bevægelsen nordenfor langs Fæmunds Sydende har foregaaet sydover. Disse Resultater fandt jeg ifjor fuldstændig bekræftet ved en Del Iagttagelser, jeg gjorde under en Reise fra Storsjøen østover til Rigsgrænsen; da Iagttagelserne giver

---

<sup>1)</sup> „Om seter og strandlinjer i store høider over havet“. Archiv for Math. og Naturvid. 1886.

<sup>2)</sup> „Strandlinje-studier“. Arch. f. M. o. N. Bd. 14 og 15 1891.

<sup>3)</sup> „Om Merker efter Istiden og om Isskillet i den østlige Del af Hamar Stift, samt om Indlandsisens Bevægelse“. Nyt Mag. f. Naturv. Bd. 32.

lidt Oplysning om, hvorledes Afsmeltningen er foregaaet, vil jeg nedenfor anføre dem.

Paa Veien mellem Flenøen og nordre Renaasæter iagttog jeg hist og her Granitblokke; saaledes nordligst ved søndre Renaaen indtil 680 m. o. H., paa Renaafjeld enkelte særdeles store Blokke mellem 950 og 990 m. o. H. og ved nordre Renaasæter, 660 m. o. H. Disse Iagttagelser styrker den Antagelse, jeg fremsatte i ovennævnte Opsats, at den store Granitblok paa Myrfjeldet, 680 m. o. H. (l. c. pag. 244), maa være kommet nordenfra og da nærmest fra Granitfeltet langs Misteraaen. Ved søndre Renaaen bestaar de løse Blokke væsentlig af lyse Sparagmitsandstene; foruden de nævnte Granitblokke saaes dog ogsaa en Del Blokke af gammel rød, tildels konglomeratisk, Sparagmit og ca. 580 m. o. H. et Par smaa Stene af Gabbro. I den vestlige Del af Renaafjeldet, der dannes af lys, svag rødlig, talkholdig Sparagmitskifer, ser man hyppig Blokke af gammel rød Sparagmit. Nordhellingen af Fjeldet er overstrøet med en Masse fremmede Blokke, der almindelig er mer eller mindre tilrundede; i den bratte Skraaning fra lidt under Trægrænsen, ca. 880 m., til 800 m. o. H. er Grunden fuldstændig dækket med svagt tilrundede Blokke af gammel rød Sparagmit af forskelligt Korn. Beliggenheden af disse Blokke viser, at de kun kan være komne nordenfra; desuden optræder rød Sparagmit ikke i de søndenfor liggende Fjeldstrækninger, medens den nordenfor danner Fjeldgrunden fra Væraasen af østover til Fæmundselven. Da Blokkene optræder i saa stor Mængde i den ovennævnte Høide, maa de merke enten en længere Stillestaaen af Ismasserne ved dette Niveau eller maaske en fornyet Fremadskriden til samme. De angiver derfor antagelig en lignende Epoke under Afsmeltningen, men paa et senere Trin, som de Blokke jeg i 1889 iagttog i den vestlige Del af Storhøidens Fjeldparti; her finder man nemlig ogsaa (l. c. pag. 245) den nordlige Skraaning indtil en Høide af 950 m. fuldstændig dækket af en Mængde lidt tilrundede, fremmede Blokke (væsentlig Blaakvarts samt lidt Orthokerkalk) fra de nordenfor liggende Fjeldstrækninger; Blokkene er delvis ordnede i en Række lave Volde, der løber parallelt hverandre nedad Skraaning.

Betragter man Amtskartet, forekommer det mig, at de sidstnævnte Iagttagelser kun tillader følgende Tydning.

Da Afsmeltningen var skredet saa vidt frem, at Storhøidens Fjeldparti — Hovedtoppen er omtrent 1200 m. o. H. — blev fri for Isdækket, nødte den opdukkende Fjeldmasse de nordfra kommende Ismasser til at bøie af og følge Fjeldskraaningens østover til Osdalen. Herunder maatte naturligvis de Blokke, Isen førte frem langs Bunden, væsentlig ophobes i den vestlige Del af Fjeldskraaningen, der svinger opover mod NV. og derfor først modtog Stødet af de sydover gaaende Ismasser. Da Blokkesamlingen kun naar op til en Høide af 950 m., maa Afsmeltningen have foregaaet temmelig raskt, indtil Ismasserne var sunket ned til denne Høide og saaledes kun naaede en Mægtighed af ca. 100 m. foran Foden af Storhøiden. De lave Volde, der løber parallelt hverandre nedover Fjeldskraaningen, viser, at Ismasserne nu kun skridtvis har trukket sig tilbage, idet hver enkelt Vold marker en Stans i Tilbagegangen eller maaske en liden Fremadskriden af Ismasserne; disse Volde, der tiltager i Høide nedover Skraaningen, kan nemlig alene være Udløbere af Endemoræner. I den foranliggende Fjeldmark, der delvis er skovbevokset, har jeg ogsaa seet mange Moræner; men noget nærmere om deres Forløb har jeg ikke anført i min Dagbog. Under denne Periode var rimeligvis det nordenfor liggende vel 1000 m. høie Renaafjeld endnu oversvømmet af Ismasserne. Men Isen sank, og endelig dukkede ogsaa dette Fjeld op af Ishavet og tvang den langs nordre Renaaen kommende Ismasse til at bøie af mod SO. Idet Isens Niveau sank videre og videre, efterlod den i den nordlige Skraaning af Fjeldet de Blokke, den havde ført med sig langs Bunden nordenfra. Da [Blokkene, som ovenfor nævnt, er samlet i saa overvældende Mængde mellem 880 m. og 800 m. o. H., maa der have indtraadt en Stans i Afsmeltningen, medens Isen holdt sig i dette Niveau foran Renaafjeldet. De Ismasser, som da gik forbi dette Fjeld opover nordre Renaaens Dalbund, naaede imidlertid ikke frem til Storhøiden; de stansede længe før; thi Fjeldmarken foran Skarven naar op til ca. 880 m. o. H.

Eftersom Afsmeltningen skred frem, ser vi altsaa, at Ismasserne trak sig tilbage nordover.<sup>1)</sup> Vi ledes derved til at

<sup>1)</sup> Var Hansens Antagelse rigtig, maatte Tilbagegangen have foregaaet i modsat Retning; thi ifølge ham („Strandlinjestudier“ pag.



antage, at en Rest af Isen tilsidst trak sig tilbage til det nordfor liggende ca. 1800 m. høie Sølen; antagelig har denne Rest holdt sig i længere Tid omkring dette mægtige Fjeldparti. Herpaa tyder ialfald de store Sand- og Grusafleiringer, man møder langs Grøna og Misteraaen; thi da Fjeldmassen skraaner jævnt sydover, medens den falder brat af mod N., maa alt Smeltevandets strømme mod S. Grøna flyder vestover med svagt Fald i et vidt, fladt og myret Terræn med svagt skraanende Dalsider; Sæterveien fra Grøndalssæteren over Hulsæteren til Misteraaen gaar over flade Sand- og Grusmoer, der holder sig omtrent i samme Høide, ca. 670 m. o. H.; lignende flade Moer i samme Niveau udbreder sig videre sydover forbi Nysæterbækken imod Haalaasen. Ved Nysæterbækkens Udløb ser man, at Misteraaen har gravet sig helt ned til Fjeldgrunden gennem disse Sandafleiringer, der er brat afskaarne ud mod Elveleiet. Fra Grøndalssæteren, omkring hvilken der optræder en Række Morænevolde, kommer man derimod uden merkbar Stigning over i Fæmundselvens Dal. Man har altsaa her et sand- og grusfyldt Bassin, som mod O. endnu er fyldt til Randen, men som Misteraaen mod V. har udgravet helt til Bunden. Det er her ikke vanskeligt at forklare sig denne Opfyldning uden at behøve nogen speciel Afspærring af Bassinet; thi omtrent fra nordre Renaaens Udløb er Misteraaens Leie indknebet i en saa lang og trang Dalslukt, at Aaen under en rigeligere Vandtilførsel, saadan, som maa have fundet Sted, medens Isen laa om Sølen, utvilsomt vil oversvømme det omhandlede Terræn. Desuden finder man, at svære Moræner skyder sig nedover mod Aaen paa den omhandlede Strækning, saa at det er yderst rimeligt at antage, at Afløbet tidligere har været mere afspærret end nu.

I den før nævnte Opsats omtaler jeg ikke fremmede Blokke fra Kvitvolas Fjeldparti. Under Overgangen ifjor fra Veumaasætrene til øvre Engerdalen iagttog jeg øverst paa Høiden, ca. 1100 m. o. H., en Del store Blokke af gammel rød Sparagmit; i Skraaningene ned mod Engerdalen begyndte

---

100) blev Ismasserne drevet nordover mod Sølen, og den sidste Rest af selve Storisen skulde netop have ligget over Storhøiden og omgivende Høider. Man maatte da naturligvis vente at finde, at Isen havde trukket sig tilbage til dette Fjeldparti, som er det høieste paa den omhandlede Strækning.



Granitblokke allerede at vise sig i en Høide af 840 m., og og de blev særdeles hyppige fra en Høide af 640 m. eller ca. 60 m. over lille Engersjøen. Længere S. under Overgangen fra Knolsæteren til Sensjøen saaes enkelte Blokke af gammel rød Sparagmit og Granit øverst langs store Ormkaasbækken, og paa Fjeldfladen, ca. 930 m. o. H., nordenfor Vigen fandtes mange tildels store Blokke af gammel rød Sparagmit. Ogsaa i Fjeldpartiet østenfor øvre Engerdalen iagttoges Blokke af gammel rød Sparagmit; saaledes store tildels konglomeratiske Blokke paa Blaakvartsen V. Hovdsæteren i en Høide af 800 m. og nogle Blokke paa den lyse Sparagmitsandsten ovenfor Hovdrosæteren i 990 m.'s Høide; paa sidstnævnte Sted saaes tillige en Del smaa Stene af Blaakvarts og Orthokerkalk, og en stor Kalkblok  $\frac{2}{3}$  m. i Firkant. Alle disse Blokke kan alene være komne fra Lavlandet nordenfor ved Fæmunds Sydende. Isskillet maa derfor, som jeg har angivet, have ligget nordenfor baade Kvitvola og Fjeldpartiet østenfor Engerdalen.

Af andre Iagttagelser vedrørende Isens Bevægelse skal jeg nævne lidt om Morænernes Forekomst i Engerdalen. Fra Sørvoldsæteren sydover til Enden af lille Engersjøen ser man overalt smaa Morænevolde skyde sig ud fra begge Dalsider; for Enden af Vandet ligger nogle større Volde, der strækker sig næsten tvers over Dalen, med en flad Mo udenfor. Lidt sydligere kommer en lidt større mer udstrakt og fladere Sandmo, der er begrænset mod S. af en Række Morænevolde, som strækker sig udover fra begge Dalsider. Fra Aasen paa Leraaens Østside saa jeg Dalen sydover fyldt med lave Morænevolde. Straks N. Gammelsæter overskrider man en stor Endemoræne, der strækker sig tvers over Dalen og tvinger Elven til at bøie af mod den østre Dalside. Endelig finder man svære Moræner langs Dalens Vestside fra Kvansbækkens Udløb sydover et Stykke forbi store Engersjøens Nordende. Efter det ovenstaaende har der altsaa mindst været 3 større Stansninger i Engerdalsgletschernes tilbagegaaende Bevægelse svarende til de 3 ovennævnte store Endemoræner; foran den sidste af disse ser man endnu lignende Grus- og Sandafleiringer, som man almindelig finder foran de nuværende Gletschere; disse Afleiringer er her lidt mere regelmæssige end sædvanlig, rimeligvis fordi de nærmest nedenfor liggende Endemoræner

delvis har opdæmmet Gletscherelven. At Iagttagelserne i Engerdalen følger desuden, at de Ismasser, der sidst fyldte Dalen, er komne nordenfra og ikke fra S., som Hansens Theori maa forlange, da den forudsætter Fæmundsjøen dannet ved Erosion af nordover gaaende Ismasser („Strandliniestudier,“ pag. 117).

---

## Om Øiegneisen i Sparagmitfjeldet.

Af

O. E. Schiøtz.

---

I en Afhandling, der findes trykt i Nyt Mag. f. Naturvid. Bd. 32,<sup>1)</sup> har jeg søgt at paavise, at Øiegneisen i Sparagmitfjeldet opfører sig som en eruptiv Bergart i Forhold til de lagede Bergarter, med hvilke den kommer i Berørelse. Ifjor iagttog jeg Øiegneisen paa en ny Lokalitet, nemlig i den nordligste Del af Fjeldpartiet østenfor Engerdalen. Da Forholdene her synes mig at støtte den ovenfor angivne Anskuelse, vil jeg nedenfor i Korthed redegjøre for Øiegneisens Optræden paa dette Sted.

Det ovennævnte Fjeldparti hviler paa en Fod af Granit, der træder frem i Engerdalens østlige Dalside og strækker sig nordover med aftagende Høide, indtil den ved Sørvoldsæteren naaer Dalbunden. Ovenpaa Graniten dannes Fjeldgrunden i den nordvestligste Del fra Magnildbrændskarven — en Top lidt vestenfor Hovdsæteren — nordover til Lobækken<sup>2)</sup> af Blaakvarts i forskellige Ændringer, tildels tydelig klastiske,

---

<sup>1)</sup> „Sparagmit-Kvarts-Fjeldet langs Grænsen i Hamar Stift og i Herjedalen“, pag. 35 og fl.

<sup>2)</sup> Amtskartet er her ikke ganske nøiagtigt. Vestenfor Svarthammeren udspringer en Bæk, der hedder Lobækken. Den gaar nordover langs Østsiden af Magnildbrændskarven i V. for Hovdsæteren. Østenfor Sørvoldsæteren svinger Bækken mod V. og kommer ned i Engerdalen straks søndenfor Sæteren, men falder i Engeraaen først  $\frac{1}{2}$

og graa Sparagmit.<sup>1)</sup> Den øvrige Del bestaar af Kvitvola-etagens lyse Sparagmitsandstene, der hyppig er kvartsitiske, og mellem hvilke man paa begge Sider af Svarthammeren og ligesaa længere mod N. ovenfor Hovdrosæteren finder indleiet Lag af Kalksandsten. Nordligst foran Foden af Fjeldstrækningen straks østenfor Veien, der gaar fra Hovdrosæteren til Kvitlen, træffer man atter mørk blaalig, tildels blaakvartsartet, Sparagmit, saa at Blaakvartsen og den graa Sparagmit antagelig strækker sig nordostover fra Magnildbrændskarven og danner Fjeldgrunden i den lavere Fjeldmark foran Fjeldpartiet mellem Hovdsæteren og Hovdrosæteren. Langs den ovenfor nævnte Vei iagttog jeg endelig ifjor fra den graa Sparagmit nordover en Mængde Blokke af Kalk fuldstændig lig Orthokerkalken i Blokkene ved Veltbu; man har derfor rimeligvis her — fra Hovdsæteren østover — lignende Forhold som ved Høgberget, nemlig Orthokerkalk hvilende over graa Sparagmit og Blaakvarts foran Foden af et Fjeldparti dannet af lyse Sparagmitsandstene.<sup>2)</sup>

Langs Nordranden af denne Fjeldstrækning optræder Øiegneisen paa flere Steder.<sup>3)</sup> Længst mod V. finder man

---

Fjerdingvei længere mod S. Den paa Kartet angivne Bæk, der falder i Engeraaen søndenfor Sæteren er Vestre Hovdbækken; den falder i Aaen straks nordenfor Sæteren. De to Bække, der ifølge Kartet skal falde i Engeraaen lidt nordenfor lille Engersjøen findes ikke; derimod kommer en Bæk ned lidt sydligere og falder i Vandet.

<sup>1)</sup> Ved Lobækken optræder sammen med den graa Sparagmit og Blaakvartsen underordnet lidt graasort Skifer; i denne har jeg fundet Spor af Fossiler, muligvis *Torellella?* og *Volborthella?* ifølge velvillig Bestemmelse af Dr. G. Holm.

<sup>2)</sup> En nærmere Beskrivelse af Forholdene i denne Fjeldegn findes i min Afhandling: „Ber. om nogle Undersøgelser over Sparagmit-Kvarts- Fjeldet i den østlige Del 'af Hamar Stift.“ Nyt Mag. for Naturvid. Bd. 20, 1873, pag. 46 og fl. samt 99 og 100.

<sup>3)</sup> Øiegneisen iagttog jeg egentlig allerede paa mine første Reiser i 1870 og 71; men da den her er meget styg — Feldspathoinene er almindelig udtrukne, bøiede og vredne —, formaaede jeg dengang ikke at erkjende den for Øiegneis. I det ovenfor nævnte Arbeide fra 1873 har jeg omtalt den som en „breccieagtig“ Bergart uden nærmere at kunne gjøre Rede for dens Optræden. Jeg benyttede derfor ifjor Anledningen, da jeg kom til Engerdalen, til at gjøre en Udflugt til Lobækken og Fjeldpartiet mellem Hovdsæteren og Hovdrosæteren for nærmere at undersøge denne Bergart. Af mine Iagttagelser ifjor og Dagbogsoptegnelserne fra 1870 og 71 følger, at den



den paa Magnildbrændskarven indtagende den øverste Del af Toppen; den hviler her paa Blaakvarts. Paa Fjeldstrækningen østenfor ser man intet til Øiegneisen; men aller nordligst mellem Hovdsæteren og Hovdrosæteren træder den paany frem. Paa denne Strækning ligger 3 smaa Toppe — Nyt Mag. f. Nat. Bd. 20, pag. 47, benævnt Støter — i Række efter hinanden langs Fjeldranden. De to østligste dannes af Øiegneis; jeg besøgte ifjor den længst mod O., som danner det nordøstligste Fremspring af hele Fjeldpartiet og benævnes Hovdknappen, ca. 1020 m. o. H. Øiegneisen optræder her med de samme vilde, klumpede Former som i Valesjøbjerget og Frønberget og danner bratte Styrtninger mod N. og O.; Toppen skiller sig derved markant fra sine Omgivelser, saa at man selv paa lang Afstand kan erkjende Øiegneisen. Dens Mægtighed i den nordlige Styrtning er antagelig 50 à 60 m., idet jeg i 1871 i Foden af Styrtningen fandt Dolomit under Øiegneisen. Imidlertid stiger den mod NO. rimeligvis ned i den foranliggende Fjeldmark, idet man straks nordenfor, ca. 100 m. lavere end Toppen, ved Veien fra Hovdrosæteren til Kvitlen, hvilken gaar lige under Hovdknappens Styrtning, finder en yderst styg Øiegneis dukke op lige i Nærheden af den tidligere omtalte mørke, blaalige Sparagmit i N. for samme. At Øiegneisen ogsaa træder frem videre mod N. i det foranliggende Lavland, tror jeg med Sikkerhed at kunne slutte af mine Iagttagelser. Paa min første Reise i 1870 iagttog jeg nordenfor Kvitlen, der ligger 730 m. o. H., en graa Bergart, som jeg i min Dagbog senere har stillet sammen med den Bergart, der nu har vist sig at være Øiegneis. Ifjor iagttog jeg desuden en Del smaa Øiegneisblokke lidt søndenfor Sørjoten og ligeledes en Blok paa Fjeldet østenfor Sørvoldssæteren ca. 800 m. o. H. Som jeg tidligere har vist,<sup>1)</sup> og som jeg ogsaa fandt bekræftet ifjor, er Blokketransporten i Høiden overalt paa Fjeldstrækningerne heromkring foregaaet mod

---

„breccieagtige“ Bergart paa alle pag. 100 (l. c.) nævnte Lokalteter betegner Øiegneis undtagen ved Lobækken, hvor der virkelig optræder en Slags Brecciebergart fremkommen ved Granitens Presning mod Blaakvartsen og den graa Sparagmit.

1) „Om Merker efter Istiden og Isskillet i den østlige Del af Hamar Stift, samt om Indlandsisens Bevægelse“. Nyt Mag. f. Naturvid. Bd. 32.



S. Den sidstnævnte Blok maa derfor være ført op til sit nuværende Leie fra det foranliggende lavere Terræn, hvor altsaa som ovenfor nævnt Øiegneisen bør træde frem i Dagen.

Paa Hovdknappen støder Øiegneisen mod S. mod en lys graalig kvartsitartet Sparagmitsandsten, adskilt fra denne ved en liden Kløft. Kun lidt søndenfor mellem Hovdrosæteren og Hovdknappen træder imidlertid Øiegneisen atter frem og danner et lidet, fremspringende Næs i Fjeldskraaningen mod O. Den staar her i Dagen ikke i Forbindelse med Øiegneisen i Hovdknappen og hviler antagelig paa Kalksandsten, da Grunden langs Foden af Styrtningen er fuldstændig overdækket med svære Blokke af Kalksandsten. Ovenfor Øiegneisen træder ogsaa Kalksandstenen frem; thi i 1870 fandt jeg denne i fast Fjeld i Fjeldskraaningen høiere oppe NV. for Hovdrosæteren. Endnu noget sydligere har jeg iagttaget Øiegneisen nemlig øverst i Hekkenfjeldets Affald mod O.; den findes her nedenfor en blaa-graa Kvartsit.

Af de ovennævnte Iagttagelser ser man, at Øiegneisen paa den omhandlede Strækning optræder i mindre, fra hinanden adskilte Partier, og at den kommer i Berøring med meget forskellige lagede Bergarter. Mod V. ligger den øverst i Magnildbrændskarven over Blaakvarts og graa Sparagmit, medens den i O. nær Hovdrosæteren træder i Berørelse med Kvitvolaetagens lyse Sparagmitsandstene og Kalksandstene. I Hovdknappen hviler den saaledes i den nordlige Styrtning direkte paa en dolomitførende Bergart, og mod S. støder den lige hen til lys graalig kvartsitisk Sparagmitsandsten. Øiegneisen afskjærer altsaa paa sidstnævnte Sted Kvartsfjeldet, og Grænsen er her ligesaa skarp som den, man iagttager nordlig i Valesjøbjerget.<sup>1)</sup> Straks søndenfor træder Øiegneisen imidlertid atter frem i et fremspringende Næs midt i Fjeldskraaningen, og man finder den i Kvartsfjeldet optrædende Kalksandsten baade ovenfor og nedenfor Øiegneisen. I Fjeldmarken lige nordenfor Hovdknappen staar Øiegneisen endelig desuden i Berørelse med graa, mørk blaakvartsartet, Sparagmit; denne skiller maaske i Dagen Øiegneisen paa dette Sted fra Øiegneisen i Hovdknappen, da Sparagmiten dukker frem mellem begge.

<sup>1)</sup> Nyt Mag. for Naturvid. Bd. 32 pag. 39.

Af det ovenstaaende synes mig maa følge, at Øiegneisen her ikke kan være indleiet mellem de tilstødende Kvartsbergarter som en laget Bergart; Iagttagelserne lader sig derimod utvungent forklare ved at antage Øiegneisen presset ind mellem og over de lagede Bergarter. Da de Øiegneispartier, vi nu iagttager, rimeligvis kun er Rester af et større mere vidtstrakt Felt, tænker jeg mig, at Øiegneisen er trængt op længst mod NO., hvor man finder den dukke frem i Fjeldmarken nordenfor Hovdknappen, og at den har bredt sig som et Dække over den nordligste Del af Fjeldskraaningen indtil Magnildbrændskarven, medens den sydover mod Hekkenfjeldet er presset ind i den nordostlige Del af Fjeldmassen.<sup>1)</sup> Øiegneisfeltet har desuden antagelig havt en betydelig Udbredelse nordover, da Øiegneisen som ovenfor nævnt efter al Sandsynlighed træder op i Lavlandet rundt Kvitlen.

---

<sup>1)</sup> Det kan bemærkes, at Sparagmittfjeldet ovenfor Hovdsæteren og ligesaa ved Øiegneisen i Hovdknappen har et yderst eiendommeligt Udseende forskjelligt fra det, den lyse Sparagmitsandsten ellers pleier at vise. Overfladen er almindelig opsprukken i skarpkantede Stykker; Fjeldet er yderst haardt at slaa i og springer i særdeles hvaskantede Brudstykker, der tildels har et flintartet Udseende, medens enkelte mørkere graalige Klumper i Stenen ser næsten hornstenagtige ud. Et mikroskopisk Præparat af den lyse kvartsitiske Sparagmitsandsten nærmest Øiegneisen i Hovedknappen viser imidlertid ifølge velvillig Meddelelse af Professor Brøgger alene, at Bergarten har været udsat for svære Presninger.

---

## Isbræstudier i Jotunheimen.

Af

P. A. Øyen.

Reiseindberetning for sommeren 1891.

---

Det har vundet hævde at henhøre de paa forskjellige steder af jorden, ofte under de mest forskjelligartede betingelser optrædende bræer til tre hovedtyper: den grønlandske, norske og alpine. En nærmere undersøgelse viser imidlertid, at der ikke er nogen skarp grænse mellem disse tre typer. Man finder alle mulige overgangsformer. Til disse knytter sig en speciel interesse — de antyder en genetisk sammenhæng.

De to typer, som i foreliggende tilfælde har en mere umiddelbar interesse, er den norske og alpine. Sin opfatning af forholdet mellem disse to har professor J. D. Forbes udtalt paa følgende maade: „ — the conditions and structure of the Norwegian glaciers are almost identical with those of Switzerland, with the exception merely of the table-like forms of the snows with which they are connected.“<sup>1)</sup> Den norske type med sine „table-like forms of the snows“, hvorfra de enkelte isbræer divergerer til alle kanter, danner saaledes en modsætning til Alpernes individualiserede, med firnmulder forsynede isbræer. Denne forskjel betinges af de orografiske forhold. Dette er ogsaa træffende udtalt af dr. A. Penck idet han om de norske bræer i modsætning til Alpernes siger: „— man wird in ihnen dieselben geologischen Körper wiederfinden, aber beachten, dass sie unter andern geographischen Verhältnissen auftreten.“<sup>2)</sup> Saalænge man med Forbes og Penck kun har

<sup>1)</sup> J. D. Forbes: Norway and its Glaciers, pag. 233.

<sup>2)</sup> Mittheil. des Ver. für Erdk. zu Leipzig 1879, pag. 28.

for øie de mød vest og nord beliggende nedisningspartier i vort land, lader disse sig hovedsagelig indordne under den saakaldte norske type. Inde i de mere centrale dele møder andre forhold. I Jotunfjeldene vil man se, hvorledes der omkring den høieste centrale del grupperer sig flere bræpar-tier, der snart har karakteren af en mere norsk, snart af en mere alpin type. Ymesfjeld selv har en række bræer af udpræget alpin karakter. Naar jeg ved en tidligere anled-ning har talt om „jotunfjeldtypen“,<sup>1)</sup> har det ikke været min mening at opstille en for Jotunfjeldene egen type, men kun at sammenfatte de der optrædende bræer i en helhed paa grund af enkelte for dem fælles træk. At „glaciers remaniés“ mangler blandt Jotunfjeldenes bræer, kan ogsaa betragtes som et træk af mere alpin karakter. Denne bræform, som er langt hyppigere inden den norske type end inden den alpine, har jeg ikke truffet.

Det har ikke været mig mulig at bringe istand en gene-rel inddeling af Jotunfjeldenes bræer paa grundlag af de tid-ligere almindelig benyttede inddelingsprinciper. Saussure's inddeling i bræer af 1ste og 2den orden vil saaledes give et utilfredsstillende resultat. Denne inddeling synes forøvrig selv i Alperne at være mindre tilfredsstillende; thi professor Heim siger: „— die Scheidung zwischen Gletschern I. und II. Ordnung ist keine scharfe.“<sup>2)</sup> Ligesom Saussure's egen inddeling ikke kan benyttes med noget tilfredsstillende resul-tat, paa samme maade forholder det sig ogsaa med Hochstet-ter's og Studer's inddeling, der forøvrig staar i et nært for-hold til Saussure's. Naar den svenske geolog Fr. Svenonius for de svenske bræers vedkommende bringer i forslag en ind-delning i „skrid- och falljöklar“ eller „hufvud- och bijöklar“,<sup>3)</sup> saa vil jeg kun bemærke, at en lignende inddeling anvendt paa Jotunfjeldenes bræer vilde give et resultat endnu mindre tilfredsstillende end Saussure's. Naar jeg imidlertid er bleven staaende ved en inddeling i dalbræer, botnbræer og hænge-bræer, saa er det ikke min mening, at denne inddeling har ryddet alle ulemper tilside; grænserne vil fremdeles blive

---

<sup>1)</sup> Naturen 1891, pag. 300.

<sup>2)</sup> A. Heim: Handbuch der Gletscherkunde, pag. 49.

<sup>3)</sup> Geol. Förm. Förh. Bd. VII, pag. 29.



mindre skarpe end ønskelig kunde være. Jeg tror imidlertid paa denne maade at have skilt bræerne fra hinanden paa grundlag af deres mest karakteristiske egenskaber. Endvidere tror jeg paa denne maade at have tilveiebragt en inddeling, der er overensstemmende med deres genetiske sammenhæng og overensstemmende med deres forhold til den orografiske form af den egn, hvori de forekommer. Hængebræen er den oprindelige. En isbræs forskjellige egenskaber har i den endnu ikke naaet sin typiske udvikling. Adskilles nu hængebræen paa et tidligt stadium fra det større firngebet, enten ved hurtig afsmeltning eller paa grund af andre rent lokale aarsager, saa vil den efterhaanden gaa over til botnbræ. Forbliver den derimod gennem lange tider i forbindelse med det større firngebet, saa vil den efterhaanden gaa over til dalbræ. Denne vil saa lidt efter lidt opnaa flere og flere af en isbræs typiske egenskaber, indtil den fremtræder fuldt færdig med sin eiendommelige struktur, sine sprækkesystemer og sine tre vel karakteriserede afdelinger: et firngebet, et veigebet og et afsmeltningsgebet. En botnbræs mest udprægede egenskab er dens korte veigebet; ellers har den et præg, der snart nærmer den til hængebræen, snart til den mere typiske dalbræ. En botnbræ vil ogsaa efterhaanden gaa over til dalbræ. Adskillelsen mellem disse to vil derfor være noie sammenknyttet med det skille, man gjør mellem botn og dal. Jeg vil i den henseende slutte mig til den af professor A. Helland foretagne inddeling.<sup>1)</sup> At der ganske undtagelsesvis og rent lokalt forekommer saavel hængebræer som botn- og dalbræer, der ikke lader sig indordne i den af mig givne fremstilling af bræernes genetiske forhold, tilintetgør dog ikke dettes almindelige gyldighed.

Jeg vil derpaa gaa over til en kort beskrivelse af de enkelte bræer. Senere vil jeg noget nærmere behandle de mere generelle forhold.

I topografisk henseende vil jeg henvise til:

Norges geogr. opmaaling:	Galdhøpiggen	1 : 100,000	(1880).
—	”	—	: Bygdin
			1 : 100,000 (1891).
Kart over Jotunfjeldene med omgivelser		1 : 150,000	(den norske turistforening 1879).

<sup>1)</sup> Geol. Förm. Förh. Bd. II, pag. 287.

Galdhøtindpartiet danner et for sig afsluttet hele; ved dybe, trange dalstrøg er det skilt fra de omgivende fjelde. En stor del af dette parti ligger mere end 2000 m. over havet. Som allerede tidligere nævnt findes her en række bræer af udpræget alpin karakter.

Stor-Juvbræen er en dalbræ, der strækker sit firngebet ind i de botner, der findes paa Storjuvkampens østlige side; den fremspringende, nordlige del af Tverhø <sup>1)</sup> omfattes gaffelformig, idet der paa dennes nordøstlige side er dannet en større botn, der strækker sig hen mod den øvre del af Styggebræen. Hele bræen har en svag, nogenlunde jevn heldning mod nord, indtil den falder temmelig brat af ved den nedre ende. Ved den østlige side optræder et sprækkesystem, der sender sine tildels temmelig store sprækker opover under en vinkel paa omtrent en halv ret med bræaksen. Der fandtes ved den nedre ende en tvers over bræen gaaende spræk, der vendte den konvekse side opad. Bræens overflade faar sit præg ved de af ablationen dannede fordybninger i ismassen, ved sine bræbække og ved en nogenlunde tydelig længdestruktur. Hen mod den vestlige side findes en større overflademoræne, der næsten danner et sammenhængende hele med den der optrædende sidemoræne. Den østlige side har ogsaa sin lateralmoræne; desuden findes her et stykke oppe paa fjeldsiden nogle løse afleiringer, der ordnede i svagt med dalen heldende linjer bærer præg af en ældre sidemorænes rester. Et stykke nedenfor bræen (100—200 m.) findes en større, tvers over dalen gaaende buetformet endemoræne. Indenfor denne synes fire bitrin at kunne adskilles, ligesom udenfor tre; disse bitrin er imidlertid meget utydelige, som selvstændige trin kanske tvilsomme. Karakteristisk er det, at der indenfor endemorænen saagodtsom ingen vegetation findes, medens de udenfor optrædende ældre afleiringer er beklædt med almindelig fjeldvegetation. Paa begge sider af elven viste det indenfor endemorænen optrædende faste fjeld sig tydelig moutonneret helt ind til brækanten. Paa vestsiden kunde jeg forfølge skuringsstriberne helt ind under bræen; paa østsiden var derimod sribningen utydelig, muligens paa

---

<sup>1)</sup> Tverhø 2: den mellem Galdhøpiggen og Storjuvkampen steilt opstigende fjeldkolos.



grund af bergartens blødere og mere ru karakter. Paa elvens vestside lykkedes det mig at krybe ind under isen. I bræen var her fastfrosset en mængde større og mindre stene; flere sad aldeles fast mellem isen og det faste fjeld uden, som det syntes, at være indfrosne. Der viste sig ogsaa tydelige spor til, at skarpkantede stykker udbrydes under isen.

Vetle-Juvbræen er en botnbræ liggende i Galdhøtindens nordlige kjedel, der selv har retningen øst nordøst, medens bræen derimod idethele har en sydøstlig retning og gaar ud i det lille, graagrønne Juvvand. Her kalver bræen nu og da; vandet udhuler de store isblokke ofte i de mest fantasirige former, og det gjør et eiendommeligt indtryk at se disse iskolosser en solskinsdag svømme omkring paa det graagrønne vand. For at give en bedre forestilling om bræens udseende og om dens beliggenhed i forhold til selve botnen har jeg vedføiet en liden kartskisse.<sup>1)</sup> Den kan ikke gjøre fordring paa absolut nøiagtighed, men søger kun at gjengive de større træk. De vel udviklede strukturbaand falder straks i øinene. Ligesaa er det iøinefaldende, at de optrædende morænedannelser, der her væsentlig er at betragte som superficiale, i sin anordning nøie slutter sig til strukturbaandenes forløb. Firngebetet udgjøres af botnens inderste del. Inderst inde fandtes her ved klippevæggen en omtrent ti meter dyb, ligesaa bred og henimod tyve meter lang fordybning. Isen selv var skilt fra klippevæggen ved en delvis snefyldt, indtil en meter bred schlucht af meget betydelig dybde. Det var mig ikke mulig i botnens væg at se spor efter nogen isskuring, derimod viste det sig, at skarpkantede blokke maatte være udsprængt; det rindende vand synes ikke at have udøvet stor indflydelse paa botnens form. Et profil,<sup>2)</sup> der fra botnvæggens høieste del strækker sig hen over bræen i sydøstlig retning, vil bedre end beskrivelse kunne give en forestilling om høideforholdene. Ifølge Knut Voles meddelelse har bræen trukket sig tilbage i den senere tid saaledes, at Juvvandet er blevet større; istedetfor som nu at danne tre buer ud mod vandet dannede den tidligere kun en. Naar isen bliver liggende paa vandet om sommeren, opfører kalvningen; i de seksten sidste aar havde dette ifølge

<sup>1)</sup> Vedføiet planche, fig. 1.

<sup>2)</sup> Vedføiet planche, fig. 2.

Knut Voles meddelelse fundet sted to gange: sommeren 1890 og en tidligere.

Styggebræen, der er godt kjendt af enhver Galdhøtindbestiger, er en dalbræ, der strækker sit firngebet lige ind til selve „kjæmpens“ fod, ja endog lægger en arm paa dens kraftige skulder. Firngebetet er gjennemsat af en hel del tildels temmelig store spækker. Disse har et meget uregelmæssigt forløb: de er snart længdesprækker, snart tversprækker; snart lader de sig ikke henhøre til nogen af disse. De transversale vender snart den konvexe, snart den konkave side op. Straks nedenfor firngrænsen følger et sprækkesystem, der sender sine indtil tre meter brede sprækker noget skraat nedover mod den nordlige side. Længere nede ophører sprækkedannelsen, indtil den nedre ende igjen fremtræder gjennemsat af sprækker nærsagt i alle mulige retninger. Bræens overflade karakteriseres ved en udpræget, tildels uregelmæssig longitudinalstruktur, en mindre fremtrædende transversalstruktur og ved de af ablationen betingede zikzakformede bræbække, der snart uforstyrret snor sig ned over bræen, snart forsvinder i en brønd eller grotte, hvor det klare vand og den snart lysere snart mere dybblaat farvede is forener sig i at frembringe de mest straalende naturfarver. Paa overfladen findes flere steder en eiendommelig vertikal forvitningsstruktur betinget af cylinderformede fordybninger, paa hvis bund findes et fint, sort mudder. Fra det paa rektangelkartet med 6596 betegnede sted strækker en større moræne sig opover i vestlig retning. Ifølge sin hele karakter maa den betragtes som superficial, og med nogle faa afbrydelser i den øvre del gaar den helt ind i Galdhøtindens sydlige kjedel, der sandsynligvis har leveret det materiale, hvoraf morænen bestaar. I kjedelen selv findes nemlig ogsaa en del morænemasse, der synes at danne fortsættelsen af den store; isen er her dækket af sne, og i midten findes en ubetydelig mængde sammensivet vand. Ved bræens nedre del findes paa sydsiden en større lateral moræne, hvorimod en saadan mangler paa nordsiden. De paa bræens overflade hist og her forekommende løse stene erstattes ned mod den nedre ende af større superficiale masser, der ordner sig mediant. Fra bræen styrter elven sig i raske kaskader nedover det tydelig moutonnerede faste fjeld gennem en ubetydelig grusafleiring, indtil den i 100—200 meters afstand gjen-

nemsætter en større, bueformet endemoræne. Ved fra sydsiden at gaa ind i en større spræk ved den nedre ende fandt jeg her flere meter ind under bræen tydelig udpræget moutonneret fjeld, tydelige erosionsfurer og tydelige skuringsstriber; der viste sig ogsaa tydelige spor til, at skarpkantede stene maatte være slidt løs fra det underliggende faste fjeld. Det moutonnerede fjeld nedenfor bræen viste ogsaa mærker efter bortslidte, skarpkantede blokke paa læsiden.

Sveljenaasbræen er en botnbræ, om end ingen typisk. Det er egentlig kun dens firngebet, der karakteriserer den som saadan; i den midtre del har den mere karakteren af en hængebræ, og i den nedre del nærmer den sig i udseende mere en dalbræ. Paa grænsen ned mod den nedre del findes et høit „isfald“. Isen er her meget opfyldt af større og mindre sprækker, uden at dog den nedenfor værende del fortjener navn af remanieret bræ, da der nemlig er kontinuitet i isstrømmen. Paa grund af den betydelige ablation har bræens nedre del en overflade, der har en vis lighed med moutonneret fjeld. Hist og her forekommer schluchter med stillestaaende vand. Løse stene findes ganske enkeltvis paa bræen, især ud mod kanterne. Paa bræens nordside findes en større lateral moræne, medens isen har trukket sig et langt stykke tilbage fra en lignende paa sydsiden; det er mulig, at dette er en ved isens bortsmeltning efterladt overflademoræne. Bræen hviler paa en større moræne. Der hvor det grumsede vand bruser frem, udvaskes det finere grus og de mindre stene, saa at kun større stene bliver tilbage; saadanne forekommer da ogsaa i mængde foran bræen. Faa af disse viser sig slebet; de fleste er skarpkantede, som om blot en knusning havde fundet sted. Jeg traf tæt foran iskanten en kjæmpeblok, der viste sig tydelig slebet; men den finere sribning traadte ikke klart frem.

Tveraabræen er en udpræget dalbræ med et forholdsvis stort firngebet, der paa sydsiden strækker sig ind i flere botner og tildels er meget opspaltet. Ved firngrænsen gjennessættes bræen paa kryds og tvers af større og mindre sprækker. Saavel en længdestruktur som en mod bræen konkav tverstruktur var tydelig udviklet. Et stykke oppe paa bræen traf jeg en bræbrønd, der dannedes af en ganske liden bræ-



bæk. En vedføiet tegning <sup>1)</sup> viser tversnittet. Den gik ned i isen under en ganske liden vinkel med vertikallinjen. Dybden søgte jeg at udmaale ved hjælp af en frit faldende sten og fandt den at være omtrent 30 m.; bunden syntes at bestaa af is. Jeg fandt ogsaa flere, dels større dels mindre bræbrønde, der dannedes af smaa bræbække og viste en lignende heldning med vertikallinjen. Paa bræen optræder en median overflademoræne, der ogsaa fortsætter nedenfor iskanten, idet den øiensynlig er efterladt i denne stilling ved bræens afsmeltning. Ved bræens nordlige side optræder en lateral moræne, og udenfor denne viser det faste fjeld sig afglattet; men den moutonnerede karakter er ikke tydelig. Oppe i fjeldskraaning paa bræens sydlige side findes nogle i rette linjer anordnede afleiringer, som ved nøiere undersøgelse syntes at have præget af fra fjeldet nedrasede masser. Henimod 100 m. nedenfor brækanten viste der sig tydelig moutonneret fast fjeld med tydelige skuringsstriber i bræens retning. Der viser sig ogsaa tydelige spor til, at der maa være slidt løs store stene fra det af lithoklaser gjennemsatte, moutonnerede faste fjeld. Nogle hundrede meter nedenfor de to bræer: Sveljenaasbræen og Tveraabræen, findes en større, bueformet endemoræne, der strækker sig tvers over dalen. Den synes altsaa dannet paa en tid, da de to bræer stødte sammen og dannede en fælles brætunge. Denne form, som i Alperne forekommer noksaa hyppig, har jeg ikke truffet blandt Jotunfjeldenes nuværende bræer. I nøie sammenhæng hermed staar ogsaa mangelen af veritable medianmoræner.

Styggehøbræen er en høitliggende botnbræ, der i udseende nærmer sig en hængbræ.

Bukkeholsbræen maa nærmest betegnes som en dalbræ. Den er tildels meget opfyldt af sprækker, men viser dog en udviklet længdestruktur. Saavel paa den nordlige som paa den sydlige side at bræen findes betydelige lateral moræner. Især naar den paa sydsiden optrædende moræne en betydelig størrelse; endel af morænemassen er her superficial. Henimod 200 meter nedenfor bræen bøier de store lateral moræner sig sammen til en noget spids bueformet endemoræne, der danner grænsen mellem en almindelig fjeldvegetation udenfor og en

<sup>1)</sup> Vedføiet planche, fig. 3.

meget sparsom vegetation indenfor. Fra iskanten optræder i flere afdelinger en recent endemoræne, der strækker sig henimod 100 meter nedover; det var mig ikke mulig i den uregelmæssig anordnede morænemasse at paavise nogen bestemt trinvis tilbagerykken af bræen.

Tverbotten har en bræ, der kan betegnes som en botnbræ, men hvor endel af hængebraens karakter endnu er bibeholdt. Bræen gaar helt ned i det lille tjern, hvor den ender med en steil isvæg og opfører sig som en kalvningsbræ; den synes forresten nu at have en betydelig mindre udstrækning end den, som rektangelkartet angiver. I den nedre del er isen tildels noget opsprukket. Ved den vestlige side optræder en superficial morænemasse, ved den østlige en lateral; denne synes nede ved tjernet muligens at maatte betragtes som en endemoræne. Lidt længere øst optræder høit oppe en mindre bræ, der maa karakteriseres som en hængebra.

Nordre Illaabræ <sup>1)</sup> har karakteren af en mere typisk dalbræ. Firngebetet viser sig tildels gjennemsat af større og mindre sprækker paa kryds og tvers. Længere nede forekommer nogle faa større sprækkedannelser ved den nordøstlige side. Paa den ved længde- og tverstruktur udprægede overflade snor nogle mindre bræbække sig frem, og ganske enkeltvis forekommer hist og her løse stene. Ved den vestlige side optræder en større, lateral overflademoræne, og ned mod enden er bræens overflade dækket af en hel del superficial morænemasse. Saavel paa bræens vestlige som østlige side findes lateralморæner. Fra iskanten optræder nedover fra bræen en betydelig afleiring af løse masser, der dels maa betragtes som bund- dels som endemoræne. Uden at der optræder nogen typisk endemoræne, strækker disse afleiringer sig 100—200 m. nedover og mangler næsten al vegetation; derimod findes udenfor dette omraade almindelig fjeldvegetation. Nedenfor den recente bund- og endemoræne er dalbunden til langt op paa fjeldsiderne dækket af ældre, tildels meget betydelige moræneafleiringer, hvori elven har gravet sig et dybt leie.

---

<sup>1)</sup> Jeg har saa meget som mulig søgt at bibeholde de paa stedet brugelige navne, da jeg anser dette som det mest korrekte. „Nordre“ og „Søre“ Illaabræ for søndre og nordre, idet man i Leirdalen betegner som nord retningen opad dalen, altsaa omtrent modsat ret nord.

Tongbræen <sup>1)</sup> kan betegnes som en botnbræ, der endnu har bibeholdt en del af hængebræens karakter. Den er tildels gjennemsat af større og mindre sprækker paa kryds og tvers. Paa begge sider findes større laterale afleiringer, som henimod 100 m. nedenfor bræen bøier sig sammen til en noget spids bueformet endemoræne.

Rondbræen <sup>2)</sup> er en botnbræ med tydelig længdestruktur, der tildels viser en bøining. Hist og her findes løse stene paa overfladen; der findes antydning til en median gruppering af den ubetydelige grusmasse, der først ved den nederste ende af bræen optræder i noget større mængde. Foran bræen findes henimod 100 m. nedover afleiret en større morænemasse, der dels kan betragtes som bundmoræne dels som endemoræne.

Søre Illaabræ <sup>3)</sup> er en dalbræ. Isen synes i den nedre del noksaa hel, kun nogle ganske faa sprækker. Ganske enkeltvis forekommer løse stene paa overfladen. Paa bræens nordlige side findes en mindre lateral moræne. Paa den sydlige side findes en stor morænemasse lateralt anordnet. Af denne maa imidlertid en del betragtes som superficial, endel som sidemoræne. En større endemoræne, der især er vel udviklet paa den sydlige side, optræder noget spids bueformet 100—200 m. nedenfor bræen; den danner grænsen mellem en meget sparsom plantevekst indenfor og en rigere udenfor. Indenfor denne hovedmoræne findes flere adskilte morænemasser, men optrædende paa en saa uregelmæssig maade, at det ikke var mig mulig bestemt at udskille de enkelte trin. Nedenfor endemorænen havde elven gravet sig et dybt leie i de til langt op paa fjeldsiden afleirede, ældre morænemasser.

Heimre Illaabræ <sup>4)</sup> er en dalbræ. Tildels fremtræder dog i den nedre del karakteren af en hængebræ. De ismasser, som nu og da styrter nedover den steile klippeskraaning nedenfor bræen, er imidlertid for ubetydelige til at danne en re-

<sup>1)</sup> Tongbræen o: den bræ, hvor rektangelkartet har betegnelsen Bukkehø 7546.

<sup>2)</sup> Rondbræen o: den bræ, hvor rektangelkartet har betegnelsen Velt-skarstind 6400.

<sup>3)</sup> Se anmærkning til Nordre Illaabræ.

<sup>4)</sup> Denne bræ staar paa rektangelkartet feilagtig benævnt Storegrov-bræen.



manieret bræ. Der forekommer moræneafleiringer saavel paa begge sider som foran bræen; nu og da høres susen af stensked nedover fra iskanten. En buetformet endemoræne i 200—300 meters afstand danner skillet mellem den udenforværende fjeldvegetation og det mellem morænen og bræen paa plantevekst fattige belte. Nedenfor bræen saaes tydelig moutonneret fjeld med utydelige skuringsstriber. Ved at krybe ind under bræen og bortskaffe den derværende morænemasse fandt jeg det underliggende faste fjeld tydelig moutonneret og forsynet med tydelige skuringsstriber i bræens retning. Der viser sig ogsaa tydelige spor til, at der paa læsiden maa være slidt løs skarpkantede stene.

Storgrovbræen er en hængebræ, der ligger mellem Heimre Illaabræ og Stor-Juvbræen paa Storjuvkampens nordlige skraaning.

Foruden de nævnte bræer findes i Galdhøtindpartiet enkelte spredte rester, der væsentlig maa betragtes som snebræer; ofte viser dog deres nedre del en overgang til is. Af disse rester kan mærkes de, der findes paa Galdhøplateauets skraaninger mod øst, vest og nord. Endvidere kan mærkes en snebræ paa Sveljenaasis østlige skraaning. Dumbræen paa Dumhøs nordvestlige skraaning samler sit smeltevand i Dumma, der tæt ved Ytterdalssæteren danner nogle prægtige fossefald og derpaa falder ud i Leira. Tilslut vil jeg blot nævne den firnmasse, der ligger vest for Galdhøpiggens fod; begrænset som den næsten paa alle kanter er af tildels meget høie botnvægge, synes den nærmest at maatte betragtes som en fortsættelse af Stor-Juvbræens firngebet.

Paa rektangelkartet har jeg med enkelte korrektioner svarende til de nuværende forhold søgt at udmaale størrelsen af de enkelte bræer. Endskjønt en saadan udmaaling naturligvis ikke kan gjøre fordring paa absolut nøiagtighed, saa vil den dog kunne give en nogenlunde forestilling om de enkelte bræers relative størrelse. Resultaterne er sammenstillede i følgende tabel:

	Firn- gebet over- flade	Is- strøm over- flade	Sam- let over- flade	Firn- gebet læng- de	Is- strøm læng- de	Sam- let læng- de
	km. <sup>2</sup>	km. <sup>2</sup>	km. <sup>2</sup>	km.	km.	km.
Stor-Juvbræ . . . . .	1,9	1,5	3,4	2,2	2,4	4,6
Vetle-Juvbræ . . . . .			1,2		1,0	
Styggebræ . . . . .	4,9	1,5	6,4	2,8	2,0	4,8
Sveljenaasbræ . . . . .	1,5	1,0	2,5	2,4	2,1	4,5
Tveraabræ . . . . .	6,4	2,0	8,4	2,9	2,4	5,3
Styggehøbræ . . . . .			0,5			1,3
Bukkeholtsbræ . . . . .			2,9			3,8
Tverbotnbræ . . . . .			1,8			1,5
Nordre Illaabræ . . . . .	2,1	2,7	4,8	1,8	2,8	4,6
Tongbræ . . . . .			0,9			1,7
Rondbræ . . . . .			0,9			1,9
Søre Illaabræ . . . . .	1,4	0,6	2,0	1,6	1,1	2,7
Heimre Illaabræ . . . . .			2,6			3,8
Storgrovbræ . . . . .			2,5			1,4
Firnmasse vest for Galdhøtind .			1,6			2,0
Spredte snebræer tilsammen. . .			2,7			

I Galdhøtindpartiet, der omfatter 212,6 km.<sup>2</sup>, er altsaa 45,1 km.<sup>2</sup> dækket af sne og is. Den af sne og is dækkede del udgjør altsaa noget mere end  $\frac{1}{5}$ , men noget mindre end  $\frac{1}{4}$  af den hele overflade.

Naar man fra Galdhøpiggen's top kaster et blik ud over det omgivende af botner og dale sønderflængede fjeldparti, hvor der fra de skarpe egge ofte reiser sig høie, spidse tinder, medens øiet delvis blændes af den sterke glitren fra den hvide sne og den blaagrønne is dernede i braadybet, da faar man et indtryk af en kaotisk vildhed. Man er fristet til at give Hauptmann M. Ruith ret, naar han giver sit indtryk af disse omgivelser luft i følgende ord: „Man möchte glauben, dass diese Kolosse ursprünglich alle ausgehöhlt, blasenförmig aufgetrieben waren und dann in sich zusammengebrochen sind. So bildeten sich aus einzelnen Gipfeln ganze Gipfelgruppen, in der Art etwa, wie diess durch zeitweise Eruptionen an vulkanischen Höhen geschieht.“<sup>1)</sup> Men naar man ved nøiere

<sup>1)</sup> Dr. Petermann: Geographische Mittheilungen. B. 22, pag. 126.

undersøgelse finder, at det her ikke alene er eruptive bergarters bænke, men ogsaa ligesaa utvilsomme sedimentære bergarters lag, der findes tvert gjennemskaaret, da maa man være enig med professor Helland i, at „det udelukker Tanken om gamle Kratere.“<sup>1)</sup> Man bliver nødt til at se sig om efter andre aarsager til denne fjeldets eiendommelige form.

I øst for Galdhøtindpartiet, Norges høieste fjeldregion, ligger to bræpartier: Glittertinden med sine vilde omgivelser af botner og bræer i nord og de spidse Memurutinder omgivet af udstrakte snemarker, botner og bræer i syd. I den orden, hvori disse to bræpartier her er nævnt, danner de ogsaa overgangsled fra den alpine til den norske type. Medens det første, vort lands næst høieste fjeldregion, endnu har sine noksaa vel individualiserede bræer, opviser det andet flere bræer med fælles firngebet, men ved siden deraf ogsaa bræer af udpræget alpin karakter. Af bræer tilhørende Memurutindernes parti vil jeg noget nærmere omtale to: Veobraen i nord, Heilstugubræen i vest.

Veobraen er en dalbræ med et meget udstrakt firngebet. Dette kommer dog ikke i sin helhed den egentlige dalbræ tilgode, thi det gaar nemlig med hele sin nordlige rand ned til den vilde, ensformige Skautfly og er her formelig besat med en isbrærand, der om end ikke ganske kontinuerlig dog strækker sig over større dele. I den nedre del er bræen tildels gjennemsat af større sprækker. I en afstand af 100—200 m. nedenfor bræen strækker en buetformet endemoræne sig tvers over dalbunden; den gaar paa begge sider op langs bræens nedre del og optræder som lateralморæner. Indenfor denne endemoræne findes ogsaa afleiret en hel del morænegrus, men paa en mere uregelmæssig maade.

Heilstugubræen er en typisk dalbræ, der deler firngebet med vestre Memurubræ. Den viser en tydelig udviklet længdestruktur saavel som en mod bræen konkav tverstruktur. I bræens nedre del optræder paa begge sider sprækker, som løber paa skraa opover ind mod bræaksen; de er tildels noget bøiede, tildels lidt konkave mod bræen. Et stykke oppe paa bræen fandt jeg ganske smaa, tversgaaende sprækker, der ofte var ledsaget af en dislokation, idet det nedre parti kunde være

---

<sup>1)</sup> Geol. Förm. Förh. Bd. II, pag. 300.



sunket indtil 3 dm. Længere oppe traf jeg indtil flere meter brede og meget dybe sprækker. Ved firngrænsen findes tildels temmelig store, tversgaaende sprækker, der ofte kiler sig ud til begge sider, og der opstaar da hyppig større, vandfyldte schluchter af betydelig dybde. Lige ovenfor firngrænsen faar bræen en noget større heldning, og i denne skraaning er den gjennemsat af en hel del transversale sprækker; enkeltvis forekommer ogsaa sprækker i andre retninger. Enkeltvis forekommer løse stene paa isens overflade, tildels større blokke. Nedover mod bræens ende findes superficiale masser i noget større mængde. De ordner sig her delvis til en median overflademoræne, der ogsaa kan følges nedenfor bræen, øiensynlig her efterladt ved isens afsmeltning. Tildels faar de superficiale masser, der findes ved siden af den mediane moræne, udseende af endemoræne langs iskanten. Paa begge sider af bræen findes lateralморæner, som i en afstand af 100—200 m. nedenfor bræen bøier sig sammen til en større, bueformet endemoræne, der skiller det indenforliggende, paa plantevekst fattige belte fra den udenforværende, græsklædte fjeldmark. Der er en mulighed for at kunne adskille tre stadier i dannelsen af den indenfor den større endemoræne afleirede grusmasse; men paa grund af den uregelmæssige afleiring er ikke de tre trin ganske sikre. Oppe i den nordlige fjeldskraaning saaes nedover mod bræens nedre ende nogle i omtrent rette, med dalen heldende linjer anordnede, løse afleiringer. Ned til disse gaar stenskred nedover fjeldsiden. Det afglattede, utydelig moutonnerede fjeld paa bræens sydside viste ingen sikre skuringsstriber; derimod viste det tydelige tegn til, at store stykker maatte være udsprængt. Forvitringen er forresten saa langt fremskreden, at den optrædende gabbro viste en fuldstændig ru overflade.

Adskilt fra Galdhøtindpartiet ved den trange og dybe Leirdal ligger mod vest fire botnbræer i følgende orden fra nord mod syd: Høgskriubræ, Hurrbræ, Vetlebræ og Storbræ.

Høgskriubræen har i den nedre del en hængebræs karakter, er tildels meget sønderflænget; nu og da falder større istykker nedover den bratte klippeskraaning. Det nærmest bræen golde belte adskilles ved en bueformet endemoræne i en afstand af 100—200 m. nedenfor iskanten fra den udenforliggende, græsklædte fjeldmark. Endemorænen strækker sig

ogsaa bilateralt op langs bræens nedre del. Ved at krybe ind under bræen og bortskaffe det derværende morænegrus fandt jeg det underliggende faste fjeld tydelig moutonneret og forsynet med tydelige skuringsstriber. Det faste fjeld nedenfor bræen viser tydelige tegn til, at større og mindre stene maa være udsprængt paa læsiden.

Hurrbræen er i den nedre del tildels meget sønderflænget. Henimod 200 m. nedenfor bræen danner en større, buetformet endemoræne skillet mellem det indenfor liggende golde bælte og den almindelige fjeldvegetation udenfor. Langs bræens nedre del strækker endemorænen sig bilateralt op. Indenfor den større endemoræne kan der i afleiringen af det der optrædende morænegrus spores en vis regelmæssighed; at adskille de enkelte trin lod sig imidlertid ikke gjøre. Paa det tydelig moutonnerede fjeld nedenfor bræen skimtedes skuringsstriber i dennes retning, skjønt de ikke traadte ganske tydelig frem; der saaes her tydelige spor til, at skarpkantede stene maatte være udbrudt. Ved at krybe ind under bræen fandt jeg det der tydelig moutonnerede fjeld forsynet med tydelige skuringsstriber.

Vetlebræen er gjennemsat af en hel del indtil flere meter brede sprækker paa kryds og tvers; den nedre del er meget sønderflænget. Paa grund af bræens sønderrevne tilstand fremtræder længdestrukturen høist uregelmæssig. Enkeltvis forekommer løse stene paa bræens overflade; først ved bræens nedre ende findes noget større superficiale masser, og langs brækanten er her tildels sammenstuvet en masse bestaaende af større og mindre stene, grus og ler. Ved den sydlige side findes en noget større, lateral overflademoræne. Paa begge sider af bræen optræder ved dens nedre del laterale morænemasser. Fra brækanten udbreder sig nedover en større morænemasse indtil en afstand af 100—200 m; den maa dels betragtes som en bundmoræne, dels som en endemoræne. Den tildels uregelmæssige afleiring gjør, at de enkelte trin ikke kan adskilles, tiltrods at saadanne synes at være tilstede. Omtrent tre meter fra iskanten viste det tydelig moutonnerede fjeld sikre skuringsmærker i bræens retning.

Storbræen viser en noget uregelmæssig udviklet longitudinal og transversal struktur. Den gjennemsættes af en hel del større og mindre sprækker, der dels ordner sig longitudi-

nalt, dels løber paa skraa opover ind mod bræaksen og dels har et meget uregelmæssigt forløb, idet de gjennemsætter bræen paa kryds og tvers. Paa overfladen findes enkeltvis løse stene; først nede ved enden optræder superficiale masser i noget større mængde. En større median overflademoræne, der har sit udspring fra en i botnen gjenstaaende „hest“, tiltager i størrelse, eftersom den nærmer sig den nedre ende af bræen. Ved den sydlige side ordner de superficiale masser sig til en lateral overflademoræne. Omtrent 300 m. nedenfor bræen findes en større, bueformet endemoræne, og langs dennes forreste kant har nu Leira sit leie. Amund Elvesæter har meddelt mig, at det har været ham fortalt som paalidelig, at Storbræen for omtrent et hundrede aar siden skulde have strakt sig tvers over Leira. Er dette tilfældet, saa maa altsaa bræen dengang have strukket sig ud til den store endemoræne. Der findes imidlertid intet spor til, at bræen ved denne sin udstrækning havde nogen opdæmmende indflydelse paa elven; det er derfor sandsynlig, at denne har strømmet langs iskanten og den der ophobede morænemasse og selv dengang havt omtrent det samme leie, som den endnu har. I en afstand af 100—200 m. fra bræen findes indenfor den store endemoræne en ligeledes bueformet og med den første omtrent jævntløbende endemoræne. Saavel mellem de to endemoræner som indenfor den inderste spores en vis regelmæssighed i moræneafsætningen; at udskille de enkelte trin lod sig dog ikke gjøre. De to større endemoræner strækker sig ogsaa op et stykke langs bræens nedre del som to bilaterale trin. Indenfor den inderste endemoræne var planteveksten høist sparsom saagodtsom ingen; det mellem morænerne liggende belte havde en ikke ganske ubetydelig vegetation, skjønt denne ikke paa langt nær kunde maale sig med den udenfor den yderste endemoræne optrædende fjeldvegetation. Ganske enkeltvis fandtes inde paa morænen *dryas octopetala*. Det faste fjeld, som her nedenfor bræen hist og her stak frem af morænemassen, viste sig afglattet med antydning til en moutonneret karakter; skuringsstriberne traadte heller ikke tydelig frem. Indenfor sidemorænerne viste ogsaa fjeldet antydning til en moutonneret karakter; men heller ikke her lykkedes det mig at paavise sikre skuringsstriber.

I sydvestlig retning for Storbræen udbreder det høide-



plateau sig, hvorfra de kjække Smørstabtinder stiger tilveirs. Over dette plateau strækker sig en bræ af norsk type, Smørstabbraen, der sender sine udløbere mod øst, vest og syd. Jeg vil nævne to:

Tverbytblæ, en hængebræ, der inderst i Tverbyttne gaar næsten helt ned til det graagrønne Tverbyttjern, kun adskilt fra dette ved en ganske smal strimmel af sandig, blød grund.

Sandelvbræ, en hængebræ paa Store Utladalens nordlige side, noget øst for Raudalens munding. Den viste spor til en longitudinal, noget vifteformig struktur. Nedenfor bræen optraadte i en afstand af 100—200 m. en større, bueformet endemoræne, der strakte sig opover og langs bræens nedre del dannede bilaterale morænemasser. Det gølge belte indenfor morænen skilte sig skarpt ud fra fjeldvegetationen udenfor. Under bræen fandt jeg det tydelig moutonnerede fjeld forsynet med tydelige skuringsstriber. Paa læsiden viste der sig tydelige spor til, at skarpkantede blokke maatte være udsprængt.

Jeg vil her ganske kort omtale ogsaa en anden bræ af norsk type, Uranaasbræen, der sender to arme nedad den vilde Melkedals sydlige fjeldside; desuden staar den i nær forbindelse med Melkedalsbræen, der i saa høi grad bidrager til at karakterisere omgivelserne af de to store Melkedalsvande. Øvre Melkedalsvand med sine svømmende isblokke og steile klippebredder er med sine omgivelser noget af det vildeste, Jotunheimen har at opvise. Uranaasbræens to udløbere i Melkedalen maa nærmest karakteriseres som hængebræer. De har begge to i en afstand af 100—200 m. nedenfor brækanten sin bueformede endemoræne, indenfor hvilken planteveksten er høist sparsom, medens der udenfor optræder almindelig fjeldvegetation, og begge to har de ved den nedre del bilaterale morænemasser. Ved dem begge optræder ved den nedre ende en tildels større morænemasse, der dels maa betragtes som superficial, dels som endemoræne og dels som bundmoræne. Ved den vestlige arm kunde det moutonnerede, med skuringsstriber forsynede faste fjeld følges helt ind til iskanten. Ved den østlige arm kunde der spores en vis regelmæssighed i moræneafsætningen.

Mellem de to store fjeldsøer Bygdin og Gjende udbreder

sig et bræparti af udpræget alpin type. Nogle faa af de der optrædende bræer vil jeg omtale noget nærmere.

Sletmarkbræ er en botnbræ liggende i Sletmarkhøes store botn; den udmerker sig ved sin vitteformige struktur. Paa bræens overflade forekommer hist og her spredte stene; ved den nedre ende bliver de noget hyppigere, ligesom der ogsaa optræder en median overflademoræne. Ved bræens nedre ende forekommer endel morænegrus paa en saadan maade, at det er umulig at adskille den superficiale masse fra bund- og endemorænen. Foran bræen er ophobet en betydelig moræne-masse, og her forekommer endel vandansamlinger paa en mærkelig maade skilt fra hinanden ved rader af større og mindre stene; disse rader er ordnede i to sæt, der skjærer hinanden omtrent under rette vinkler. Man faar paa denne maade overfladen inddelt i omtrent kvadratiske ruder med henimod tre meters sidekant. Muligens er dette et fænomen, der kan forklare lignende dannelser paa andre steder, hvor forbindelsen med bræerne nu synes fjernere. Oppe paa Galdhøplateauet i nærheden af Juvvand gjenfinder man disse samme kvadratiske ruder, men her optræder inden de enkelte ruder finere grus istedetfor som ved Sletmarkbræen vand; muligens er disse eiendommelige dannelser en tilbageskridende bræs verk. Men tilbage til Sletmarkbræen; der findes ogsaa videre nedover afleiret en hel del grus, større og mindre stene, men paa en saadan uregelmæssig maade, at det ikke lod sig gjøre at paavise en bestemt trinvis afsætning. Dette golde belte afsluttes imidlertid i en afstand af 100—200 m. nedenfor bræen af en større, noget uregelmæssig bueformet endemoræne. Tydelig moutonneret fjeld med noget utydelig stribning i bræens retning kunde jeg forfølge helt ind under isen.

Langedalsbræen er en dalbræ, hvor saavel den transversale som longitudinale, muligens noget vifteformige struktur er tydelig udviklet. Superficialt optræder længere oppe paa bræen kun stene hist og her, ved den nedre ende derimod større masser, der tildels vanskelig kan skilles fra den der optrædende bund- og endemoræne. Henimod halvhundrede meter er fra bræens kant nedover ophobet en betydelig masse af grus, større og mindre stene samt tildels kjæmpestore blokke paa indtil flere meters tversnit. Nedenfor denne mo-

ræne fremtræder med engang den almindelige fjeldvegetation. Tydelig moutonneret fjeld kunde følges helt ind til iskanten, derimod ikke sikre skuringsstriber.

Endelig vil jeg nævne den nordligste af de paa Svartdalens vestlige fjeldside forekommende bræer. Den maa nærmest betragtes som en botnbræ. Den er mærkelig, fordi der indenfor dens i en afstand af omtrent 100 m. fra bræen liggende bueformede endemoræne er opdæmmet en liden bræso, den eneste, jeg har truffet i Jotunfjeldene. Søens vand var graat, grumset.

Tilslut vil jeg ganske kort omtale nogle af de bræer, der dels grupperer sig om de spidse Uladalstinder, dels ligger i disse tinders umiddelbare nærhed.

Kyrkjebotnen kan betragtes som bestaaende af to hovedbotner, hver med sin bræ, der dog har mere hængebræens karakter.

Visbræen er en botnbræ med udviklet længdestruktur og antydning til tverstruktur. Superficialt forekommer længere oppe paa bræen spredte stene, ved den nedre ende større masser, der tildels vanskelig kan udskilles fra den der optrædende endemoræne. Henimod 200 m. nedenfor bræen optræder en bueformet endemoræne, indenfor hvilken der ogsaa kan udskilles et trin i morænemassens afsætning. Paa begge sider findes langs bræens nedre del laterale affleiringer, og udenfor disse viste det faste fjeld sig ligeledes paa begge sider afglattet.

Semmelholet har paa den vestlige side to botner, hver med sin bræ, der dog har mere hængebræens karakter. Længst inde mod syd gaar en bræ helt ned i det blaagrønne tjern.

Uladalen har ved det sydligste Uladalstjern to mindre bræer, en i den østlige, en i den vestlige fjeldskraaning. Begge to maa nærmest karakteriseres som hængebræer. Den første viste antydning saavel til en længdestruktur som til en tverstruktur, men derimod ingen tydelig morænedannelse. Den anden viste derimod en tydelig udviklet moræne bestaaende af sten, grus og ler.

Nedre Høgvagelbræ maa nærmest karakteriseres som en dalbræ, men hængebræens karakter er dog endnu delvis bibeholdt. Den viser saavel longitudinal som transversal struktur. Superficialt forekommer spredte stene. Foran bræen



kunde adskilles fire trin i moræneafsætningen: No. 1. Recent trin, som nu er under dannelse; indenfor dette fandtes ingen plantevekst. No. 2. Indenfor dette trin optraadte mos og ganske undtagelsesvis enkelte græsarter. No. 3. Indenfor dette trin optraadte mos, græs og ganske undtagelsesvis enkelte salices. No. 4. Er egentlig en sammenfatning af tre uregelmæssige trin langs nedre Høgvageltjerns vestlige bred; indenfor dette trin optraadte en sparsom græsvegetation. Den største afstand mellem bræen og den yderste endemoræne er 100—200 m., og denne fordeles omtrent ligelig paa de fire trin. Langs bræens nedre del optræder paa begge sider laterale moræneafleiringer.

Øvre Høgvagelbræ er en hængebræ, der er meget sønderflænget af sprækker, der gjennemsætter den paa kryds og tvers. Da jeg passerede langs øvre Høgvageltjerns østlige bred, forekom det mig, at den gik helt ud i vandet; men Amund Elvesæter har fortalt mig, at man nu til nød kan passere mellem den steile isvæg og vandkanten.

Efter denne oversigt over en del bræers geografiske forhold, vil jeg gaa over til at behandle de mere generelle fænomener. Disse fremstiller sig ganske naturlig i følgende orden: struktur, smeltning, morænedannelse, erosion, configuration, bræernes udbredelse og alder.

### Struktur.

Ved beskrivelsen af de enkelte bræer har jeg kun omtalt strukturforholdene forsaavidt de gjør sig gjældende geografisk talt, altsaa forsaavidt de bidrager til at give den enkelte bræ dens eiendommelige præg; eller med andre ord: jeg har kun behandlet deres ydre fremtræden, saaledes som de gjør sig gjældende ved det blotte overblik.

De strukturelle forhold er jo fænomener af væsentlig fysikalsk art; som saadanne har de en mere generel karakter. Man vil derfor ved de forskjellige bræer gjenfinde omtrent de samme træk. Det er den samme type, der gjør sig gjældende, kun i en mere eller mindre modificeret form. Anstilles en sammenligning mellem Jotunfjeldenes bræer, vil man se, at denne modifikation væsentlig betinges af tre faktorer:

1. Omgivelsernes orografiske karakter.
2. Bræens størrelse.
3. Bræens høidebeliggenhed.

Disse tre faktorer gjør sin indflydelse gjældende saaledes, at der til bræleiets regelmæssige form og omgivelsernes jevne karakter, til bræens mere betydelige størrelse og til bræens mindre høide svarer en mere typisk udvikling i strukturel henseende, medens vilde omgivelser, mindre udstrækning og større høide ganske almindelig virker hemmende paa strukturens typiske udvikling. Hvis en eller anden af disse hemmende faktorer gjør sig i særlig grad gjældende, kan man endog træffe bræen i en fuldstændig deform tilstand. Disse mindre udviklede eller deforme bræer er ofte meget besværlige elementer, naar det gjælder at bringe istand en generel klassifikation. Det er disse, som har skaffet mig de største vanskeligheder ved mit forsøg paa at inddele bræerne i dal-, botn- og hængebræer.

Naar de mere specielle strukturforholde skal behandles, saa falder det mest naturligt at begynde med undersøgelsen af det, der danner bræens oprindelige materiale: den sne, der falder inden firngebetet. I forbigaaende maa jeg bemærke, at den sparsomme regn, der falder inden firngebetet, saavel som den sne og det regn, der falder paa bræens øvrige dele, kun for en mindre del ved infiltration og paafølgende frysning kommer bræen tilgode som næringsmaterial. Det væsentlige grundlag er sne. Denne finder man som regel i en mere eller mindre metamorfiseret tilstand. „Hochschnee“ har jeg ikke fundet i typisk tilstand. Paa Galdhøtindens østlige skraaning findes den i noget deform tilstand, ligesom der her under sneen synes at forekomme en noget mindre typisk „Hocheis“; men selv nær Galdhøtindens top veksler tydelig „Firnschnee“ med mindre typisk „Hochschnee“. Naar der er faldt nysne, hvilket i Jotunheimens firngebeter ikke er sjelden selv midtsommers, vil man finde, at sneen, naar den har været udsat for solstraalernes indvirkning, allerede efter nogle faa timers forløb er gaaet over i en mere eller mindre typisk „Firnschnee“. Jeg har havt anledning til at undersøge dette forhold nærmere paa flere steder, saavel ved snebræer som inden de egentlige is-

bræers firngebeter. Det viser sig ganske almindelig, at der er en gradvis overgang fra den mindre typiske „Firnschnee“ i de øvre til den mere typiske i de nedre lag, indtil man i en vis dybde, der er forskjellig paa de forskjellige steder, træffer en mere eller mindre typisk udviklet „Firneis.“ Jeg vil noget nærmere omtale de undersøgelser, jeg anstillede i den inderste, vestligste, del af Styggebræens firngebet den 31 juli. Den foregaaende dag havde i bræernes nærhed bragt regn, men inden firngebeterne havde den øiensynlig bragt sne. Den smule opklarnende veir, som indtraadte om eftermiddagen, kunde ikke i nogen mærkbar grad bevirke nogen metamorfose hos sneen, derfor saa fremtraadte ogsaa denne om morgenen den 31 juli med hin blændende hvide farve, som man kun finder hos den friske „Hochschnee“. Solens straalere bidrog til at forhøje farvepragten. Fjeldet viste sig i sit søndagsskrud. Men allerede da jeg omtrent klokken 3 om eftermiddagen kom inderst paa Styggebræen, forkyndte den tiltrods for solskinnet matte farve hos sneen, at denne maatte have undergaaet en betydelig forandring. Ved nøiere undersøgelse viste det sig, at den eiendommelige, af hexagonalt anordnede straalere betingede stjernestruktur var forsvunden. I dens sted traadte en prismatisk tildels flakig struktur, og der viste sig allerede i det øverste lag antydning til en ved smeltning frembragt tildels uregelmæssig afplatning af kanterne. Allerede i en halv decimeters dybde viste sneen en tydelig kornet struktur med indtil tre millimeter store korn. Dette fortsatte, indtil jeg i en dybde af fire decimeter stødte paa et tre centimeter mægtigt islag bestaaende af „Firneis“, finkornet og med grovere korn tildels af størrelse op til en centimeter. Under dette lag fulgte en zone, en decimeter mægtig, bestaaende af „Firnschnee“ med indtil tre millimeter store korn. Nu fulgte grovkornig „Firneis“, langs hvis overflade der sivede endel vand. Om jeg her havde stødt paa den endelige kompakte „Firneis“, eller om jeg havde stanset ved et nyt lag, under hvilket der muligens igjen kom sne, kan jeg ikke med bestemthed sige; saa meget tror jeg dog at kunne sige med sikkerhed, at dette islag maatte have en betydelig mægtighed. Denne firnskikning er ikke noget for Jotunfjeldenes bræer specifikt; den er tvertimod et ganske almindeligt fænomen. Saaledes siger professor Sexe om den for sit karakteristiske firngebet be-



kjendte Folgefon: „at et høiere beliggende Lag kan være længere fremme paa Overgangen til Iis end et dybere“. <sup>1)</sup> Disse vekslende lag er af stor betydning, naar det gjælder at studere sneens overgang til is. Af de undersøgelser, som har været anstillede for at faa rede paa temperaturen i bræens indre, synes at fremgaa, at denne holder sig omtrent konstant paa 0° C., muligens med en ganske svag variation mellem + og -. Fra denne regel vil naturligvis den øvre skorpe danne en undtagelse. Den vil om vinteren have en lavere, om sommeren en høiere temperatur end bræens indre. Paa en sommerdag vil luftens temperatur i almindelighed være over nul grader. Den omgivende luft vil da naturligvis søge at hæve temperaturen i det øverste snelag, og dette kan den jo faa gjort i desto høiere grad, jo mere intens den selv er, og jo længer den uforstyrret kan faa virke, uden at afkøling i mellemtiden indtræder. Jeg har anstillet nogle faa maalinger <sup>2)</sup> for virkelig at kunne overbevise mig om, at snetemperaturen om sommeren kan stige over nul.

		Dybde under over- fladen	Sne- tempe- ratur	Luft- tempe- ratur.
Galdhøpiggen	20 juli 5 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> p. m.	3 dm.	0,4	5,0
—	21 — 11 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> a. m.	1 -	0,3	1,6
Keilhaus top, østlige skraaning	20 — 4 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	1 -	0,5	4,0
Sveljenaasis snebræ:				
øverst	20 — 2 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	1 -	0,5	10,1
— nede	20 — 2 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	1 -	0,6	10,1
Styggebræens firn- gebet	31 — 3 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	3 -	0,2	4,7
Vetle-Juvbræens firn- gebet	31 — 6 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	3 -	0,1	4,2

<sup>1)</sup> Sexe: Om Snebræen Folgefon, Univ. prog. 1864, pag. 4.

<sup>2)</sup> Ved de temperaturundersøgelser, som jeg paa reisen anstillede, har jeg benyttet to fra det meteorologiske institut udlaante thermometer, der fra institutet var forsynede med korrektionstabeller. Nulpunktets tilnærmede rigtige beliggenhed har jeg selv ved flere anledninger kunnet overbevise mig om. Temperaturen er angivet i celsiusgrader. Luftens temperatur er bestemt ved hjælp af svingethermometer.

Skjønt disse maalinge er faa, er de dog tilstrækkelige til at vise:

1. At sneens temperatur om sommeren kan stige over nul grader.
2. At sneens temperatur aftager med den tiltagende dybde.
3. At sneens temperatur tiltager med den tiltagende lufttemperatur.

Naar saaledes paa en sommerdag sneens temperatur er over nul i de øvre lag (ifølge 1), saa maa man dog ved at gaa i dybden naa en temperatur, der mere og mere nærmer sig nul (ifølge 2), og denne dybde vil være større, jo høiere luftens temperatur er (ifølge 3). I det lag, der saaledes i en vis dybde under overfladen har temperaturen nul, vil ved den allermindste afkøling de nødvendige betingelser være tilstede for dannelsen af en isskikt. Hvis nu snelagets mægtighed er større end den under de forhaandenværende omstændigheder til nul grader svarende dybde, saa kan der opstaa et islag selv midt inde i et snelage. Paa denne maade kan man efter min mening forklare fænomener af den art, som fandtes paa Styggebræen, nemlig at man har en isskikt, der saavel i det liggende som i det hængende har en „Firnischnee“, der ialfald makroskopisk ser fuldstændig ens ud. Men kan man først forklare sig isskikternes dannelse paa den maade, saa er det indlysende, at de saaledes dannede isskikter ikke behøver at staa i noget bestemt afhængighedsforhold til det enkelte aars nyfaldne snemængder, endnu mindre til de forskellige aars. Saadanne isskikter vil nemlig mere blive at betragte som funktioner af de vekslende temperaturforhold end som funktioner af de nyfaldne snemængder med paafølgende tøperioder. Thi om der i et snelage er dannet en saadan isskikt, saa vil der meget godt paa et andet sted i snelaget kunne dannes nok en isskikt, naar blot den til de herskende temperaturforhold svarende dybde for nul grader kan erholdes. Paa samme maade indsees det, at der vil kunne danne sig et vilkaarligt antal isskikter i et og samme snelage, kun at de til temperaturen svarende dybdeforhold er tilstede. Man vil altsaa paa denne maade kunne faa et vilkaarligt antal vekslende, horizontale

zoner, bestaaende dels af de dannede isskiktters mørkere og mere grovkornede is, dels af den mellem disse isskikter inde-sluttede „Firnschnee“, der paa grund af de stedfindende tem-peraturforhold alt mere og mere viser en overgang til is og fremtræder som lysere og mere finkornede lag. Hvor der bliver tale om større mægtigheder, gjør naturligvis foruden temperaturen ogsaa de af trykket betingede forandringer sig gjældende. Nogen direkte forbindelse mellem de successive snefald og en paa denne maade fremkommet firnskiktningss-enkelte lag vil saaledes ikke finde sted. Det er imidlertid ikke min mening at benægte tilstedeværelsen af en skiktning direkte afhængig af de successive snefald, men kun at hævde, at der foruden denne ogsaa findes en skiktning direkte af-hængig af de herskende temperaturhold. Der optræder saa-ledes en række vekslende, med hensyn til farve og struktur forskellige zoner. Dannede paa den af mig antydede maade kan disse zoner ikke være forskellige paa grund af forskjel-ligt materiale, men kun fordi, at de danner forskellige trin i sneens metamorfose. Gjælder imidlertid dette med hensyn til firnskiktningen, maa det i endnu høiere grad gjøre sig gjæl-dende med hensyn til den skiktning, man finder i selve is-bræen. Naar saaledes professor Sexe om denne siger: „muligens hidrører Skiktningen og Skikternes forskellige fysikalske Habitus, nemlig deres større og mindre Tæthed, for-skjellige Farve, større og mindre Gjennemsigtighed, større og mindre Rigdom paa Blærer, derfra, at Sneen, hvorefter de dan-nes, ikke altid har den samme Beskaffenhed“<sup>1)</sup>, saa kan efter min mening denne anskuelse ikke være rigtig; thi efter hvad jeg ovenfor har udviklet, er det ikke i selve sneen, men i dennes metamorfose, man maa søge grunden selv for firn-skiktningens vedkommende. Med hensyn til den egentlige isbræs struktur og skiktning gjør saa mange komplicerede forhold sig gjældende, at for øieblikket disses forhold til firnskiktningen ikke bestemt kan præciseres.

Paa mange steder optræder inden firngebeterne større og mindre sprækker. Fyldes nu disse med sne, saa vil betingelsen være tilstede for dannelsen af steilt eller vertikalt forløbende

<sup>1)</sup> Sexe: Om Sneebræen Folgefon, Univ. prog. 1864. pag. 16.



zoner, hvis is med hensyn til farve og struktur adskiller sig fra den omgivende.

Jeg vil fra firngebetet gaa over til den egentlige isbræ, idet jeg vil forudskikke nogle korte bemærkninger om kornstruktur og kapillarspalter.

Disse to strukturfænomener synes paa en intim maade sammenknyttede, saa det enes udvikling medfører det andets. Da jeg ikke har havt anledning til at anstille de til en grundigere undersøgelse nødvendige infiltrationsforsøg og heller ikke undersøgelse med polarisationsmikroskop, saa vil jeg ikke indlade mig paa nogen udtalelse om, hvilket af disse strukturfænomener, der skulde være det oprindelige. Der viser sig imidlertid allerede ved den rent makroskopiske undersøgelse forhold, der synes at tale for en kontinuitet i udviklingen. Kornstrukturen er et ganske almindeligt fænomen hos Jotunfjeldenes bræer; endskjønt den ikke overalt er lige godt udviklet, har jeg dog ingensteds fundet, at den mangler. Den første antydning til en saadan finder man hos den almindelige „Firneis“. Den er her som oftest, ialfald i begyndelsen, meget utydelig, og kornene naar sjelden mere end en hasselnøds størrelse. Forfølger man den imidlertid længere nedover, vil man se, at kornene lidf efter lidt tiltager i størrelse; strukturen bliver tydeligere udviklet, og kapillarspaltenettet, som fuldstændig manglede hos den utydelig kornede „Firneis“, optræder efterhaanden. Ved de større bræer, naar ofte de med tydelig conchoidalt brud forsynede korn op til nævestørrelse, og kapillarspaltenettet kan da optræde noksaa vel udviklet. Naar man saadan rent makroskopisk betragter denne gradvise overgang, kommer man ganske uvilkaarlig til at tænke paa en storartet krystallisationsproces, der i tidens løb skrider jævnt fremad. En exakt undersøgelses resultater maa imidlertid blive det afgjørende.

Jeg har hos Jotunfjeldenes bræer tydelig kunnet adskille tre forskjellige strukturfænomener:

1. Skiktning.
2. Veined structure (Forbes).
3. White ice-seams (Tyndall).

Medens den sidste tydelig kan skilles fra de to førstnævnte, saa vil jeg med hensyn til adskillelsen mellem de to første give professor Heim fuldstændig ret, naar han siger:

„nur da, wo Schichten von Staub und Sand im Innern des Eises sich finden und nicht etwa von Infiltration in eine enge Spalte herrühren können, ist man sicher, es mit der Schichtung zu thun zu haben“<sup>1)</sup>). Den vanskelighed, som det ofte medfører at kunne afgjøre, om man i et givet tilfælde har med „skiktning“ eller med „veined structure“ at gjøre, maa ganske naturlig influere studiet af disse strukturforhold i betydelig grad; man finder derfor ogsaa, at der gjennem tiderne har hersket megen usikkerhed, og ofte fundet forvekslinger sted netop med hensyn til dette punkt.

Den egentlige „skiktning“ er et strukturfænomen betinget af de successive snefald. Som saadan karakteriseres den ofte derved, at de enkelte lag adskilles ved „Schichten von Staub und Sand“, og det er egentlig kun i dette tilfælde, den med bestemthed kan adskilles fra „veined structure“. Disse indleirede, mørkere lag skriver sig naturligvis fra det sand og det støv, som dels ved vindens hjælp, dels paa anden maade er afsat paa bræens overflade mellem de enkelte snefald. Denne skiktning kommer paa en meget fremtrædende maade tilsyne ved de bræer, der sender sin nedre ende helt ned i et tjern. Derved at store isstykker nu og da falder i vandet, dannes ved disse bræer som oftest en vertikal isvæg. I denne træder da skiktningen tydelig frem, saaledes som den vedføiede skematiske figur<sup>2)</sup> viser. De enkelte islag adskilles ved mørkere zoner. Paa andre steder har det derimod ikke været mig mulig med sikkerhed at paavise skiktning; de karakteristiske skillezoner mangler.

„Veined structure“ fremtræder paa mange steder paa en saa karakteristisk maade, at der ingen tvivl kan være om, at man virkelig har dette pragtfulde, men tillige mysteriøse fænomen for sig: dette fænomen, som paa saa mange steder bidrager til at forøge farvepragten, enten nu en bræbæk styrter sig fossende ned i en brønd, eller det klare isvand, snart i zikzakformede, snart i spiralformede strømme hvirvler sig dernede i de mere eller mindre grottelignende fordybninger. Paa flere steder maa det naturligvis efter, hvad jeg tidligere har omtalt, blive tvivlsomt, om det er „skiktning“, eller om det er

---

1) Heim: Handbuch der Gletscherkunde, pag. 131.

2) Vedføiet planche, fig. 4.



„veined structure“, man har for sig. Den snart lysere, snart mere dybblaa is veksler i mere og mindre mægtige zoner, der snart forløber i longitudinal retning snart i transversal; snart har disse zoner en horizontal stilling snart en vertikal. Mest regelmæssig synes denne struktur udviklet, hvor bræen har en mere jevn karakter, mest fremtrædende, hvor bræen indsnævres mellem steilere, men dog jævnt løbende fjeldsider. At opfatte den som et trykfænomen synes at være det mest naturlige, og den skulde da nærmest kunne sammenlignes med en clivage-struktur.

„White ice-seams“ giver sig tilkjende som lyse tildels ophoiede baand, der ofte i bøininger gjennemsætter den ellers blaa bræis saavel i longitudinal som transversal retning. Disse baand bidrager, især hvor de optræder noget rigeligere, i høj grad til, at bræen paa afstand viser en fremtrædende længdestruktur. Ved nøiere undersøgelse har jeg fundet, at disse „white ice-seams“ ikke alene i farve, men ogsaa i struktur adskiller sig fra den omgivende is saaledes, at om denne paa et bestemt sted viser en tydelig grovkornet struktur, saa viser de lyse baand sig mere finkornede og gjenkalder i erindringen den paa et tidligere trin i metamorfosen staaende „Firneis“. At disse baand har sin oprindelse i snefyldte sprækker synes utvivlsomt. For studiet af isbrækornets genese har imidlertid de lyse baand en særegen betydning, og det kan ikke nægtes, at de fænomener, der her viser sig, bidrager til at styrke tanken paa en kontinuitet.

Foruden de allerede omtalte strukturforhold, der samtlige knytter sig til bræens indre, gjør der sig ogsaa gjældende andre strukturforhold, som imidlertid knytter sig til bræens overflade og derfor i modsætning til de første kan sammenfattes under benævnelsen overfladestruktur. Den optræder fortrinsvis enten som longitudinalstruktur eller som transversalstruktur; til sine tider kan den være af en noget mere uregelmæssig karakter. Overfladestrukturen staar i nær forbindelse med den indre struktur; er denne regelmæssig udviklet, viser den det samme træk. Endskjønt overfladestrukturen saaledes er noget ved bræerne accidentelt, bidrager den ikke desto mindre i høj grad til at give dem deres præg.

Longitudinalstrukturen finder man hos næsten alle Jotunfjeldenes bræer om end ikke hos alle i en lige godt udviklet

form. Den kan ganske undtagelsesvis for en del have sin aarsag i de af „veined structure“ betingede, vekslende zoner af lysere og mere dybbblaa is. Tidligere har jeg nævnt den af „white ice-seams“ betingede længdestruktur.

Transversalstrukturen findes ogsaa noksaa vel udviklet hos en flerhed af Jotunfjeldenes bræer; navnlig er den meget iøinefaldende hos enkelte af de større og mere typisk udviklede. Da dette er den mest fremtrædende og mest karakteristiske af isbræernes overfladestrukturer, vil jeg omtale den noget nærmere. Transversalstrukturen gjør sig gjældende som tvers over bræen løbende zoner, der buedeformede vender den konvexe side nedad bræen. Disse zoner fremkommer egentlig som det udgaaende af „skiktningen“ (Agassiz: „chevrons“) eller af „veined structure“ (Schlagintweit: „Ogiven“). Til disse vekslende zoner knytter sig ofte ophobninger af støv og sand, tilveiebragt dels ved vindens dels ved vandets hjælp; der dannes altsaa paa denne maade mørkere zoner (Forbes: dirt-bands), der i sit forløb noie slutter sig til de to foregaaende. Den konvexe form lader sig let forklare ved den i midten hurtigere bevægelse. Naar dr. Svenonius siger: „måhända vore det ej olämpligt att något skilja mellan benämningarne „dirt-bands“ (smutsränder) och „ogiver“; båda äro visserligen strukturbandens utgåenden, och sammanfalla således alltid till sitt läge“<sup>1)</sup>, saa maa heri ligge dels en misforstaaelse, dels en forbigaaelse af allerede tidligere istandbragte definitioner. Jeg vil kun anføre, hvad Forbes siger: „it may be proper to mention that by waves or wrinkles we mean alternate ridges and furrows in the ice, on a very large scale, and approximately transverse to the glacier, or running from side to side, but more forward in the centre than at the side, so that their ground plan is concave to the origin of the glacier: by dirt bands we denote bands of cellular or friable ice, in which mud and stony fragments find a lodging, and thus faintly discolour the surface of the glacier in the same wave-like forms as the ridges and furrows just mentioned, with which they are so far identical that they are found constantly together; so that the „wrinkles“ are visible at a distance, mainly by

<sup>1)</sup> Geol. Förm. Förh., B. VII, pag. 13.

the discoloration which the „dirt bands“ occasion“<sup>1)</sup>. Det fremgaar heraf tydelig, at Forbes selv har havt en adskillelse for øie, og at hans „waves or wrinkles“ maa svare til Ogiven (Schlagintweit). At adskille „chevrons“ og „Ogiven“ maa ganske naturlig være forbundet med den samme vanskelighed som at adskille „skiktning“ og „veined structure“. Endskjønt transversalstrukturen som tidligere nævnt træder tydelig frem hos en flerhed af Jotunfjeldenes bræer, og endskjønt den allerede paa lang afstand udpræger sig som tversgaaende buer, har jeg dog ingensteds med bestemthed kunnet overbevise mig om, at den kan tilskrives tilstedeværelsen af „dirt-bands“; men jeg er nærmest henvist til at betragte den dels som „chevrons“ dels som „Ogiven“. At strukturen alligevel træder tydelig frem kan have sin grund i isens forskellige farve og i den differente lysreflex.

Sprækkesystemerne vil jeg kun omtale i største korthed, da man med hensyn til disse vil gjenfinde fuldstændig de samme forhold som ved bræer ialmindelighed. Det fremgaar tydelig, at der findes sprækkesystemer, som paa det nøieste slutter sig til bræens struktur og følgelig maa antages betingede af de kræfter, der virker i bræens indre. Disse sprækkesystemer, der saaledes betinges af den indre spænding, er da de almindelige: terminale, marginale, transversale og longitudinale. Men der findes ogsaa andre sprækkesystemer, der ligesaa tydelig viser hen paa underlagets og omgivelsernes uregelmæssighed som grund til deres oprindelse.

Endskjønt jeg med hensyn til bræernes bevægelse ikke fik anledning til at anstille nogen direkte undersøgelse, vil jeg dog tilslut ganske kort nævne den. At en bevægelse virkelig finder sted, derfor leverer de finere skuringsstriber, som jeg paa mange steder har fundet, det klareste bevis. Den tæthed, hvormed de transversale buer følger efter hinanden, leverer et bevis for, at denne bevægelse maa være ganske langsom. Strukturforhold og sprækkesystemer, alt tyder hen paa, at man med hensyn til bevægelsen hos Jotunfjeldenes bræer kan gjøre gjældende de samme hovedregler, som man ganske almindelig har kunnet opstille med hensyn til bræernes bevægelse.

<sup>1)</sup> Forbes: Norway and its Glaciers, pag. 163.



### Smeltning.

Jeg har tidligere omtalt den sne, der falder inden firn-gebetet, som bræernes væsentligste næringsmateriale; den regn, der falder inden samme, saavel som den sne og det regn, der falder paa bræens øvrige dele, har jeg kun tillagt en underordnet betydning. Tidligere har jeg ogsaa nævnt, at nyfald af sne selv midtsommers ikke er nogen sjældenhed inden Jotunheimens firngebeter; heraf fremgaar nu, at man med nogenlunde sikkerhed kan sige, at størsteparten af den nedbør, der i aarets løb falder inden firngebeterne, kommer bræerne tilgode som næringsmateriale. At kunne faa bestemt aarets nedbørmængde er derfor en opgave af stor interesse for bræstudiet. Inden selve Jotunfjeldene findes ingen meteorologiske stationer; men nærmere eller fjernere findes flere rundt omkring. Den bestemmelse, man kan faa af nedbørmængden, vil saaledes kun blive tilnærmelsesvis rigtig, nemlig saadan, som den kan erholdes ved en sammenligning mellem de omkringliggende stationers nedbørmængder.

De vest for Justedalsbræen liggende egne udmerker sig ved sin store nedbørmængde, der i gjennemsnit for aaret kan sættes til noget over to meter. Denne store nedbørmængde skyldes Justedalsbræens indflydelse. Hr. De Seue siger: „Le névé de Justedal doit sous des rapports météorologiques être considéré comme une immense condensateur“<sup>1)</sup>. Det er denne Justedalsbræens kondenserende indflydelse ligeoverfor de vestlige milde og fugtige vinde, som de vestenfor liggende egne skylder sin store nedbørmængde. Dette viser sig ogsaa tydelig deri, at de østenfor liggende stationer har en lang mindre nedbørmængde. Efter at have sammenlignet nedbørmængden for de omkring selve bræen liggende stationer udtaler professor Helland: „om man sammenligner Stationernes Beliggenhed og de foreliggende Regnhøider, saa viser det sig, at om man sætter Regnhøiden paa Justedalsbræen til 1,8 Meter, saa er dette Tal neppe for stort“<sup>2)</sup>. Hermed er for Jotunfjeldenes vedkommende vundet et sammenligningspunkt mod vest. Fra

<sup>1)</sup> De Seue: Le névé de Justedal et ces glaciers, Univ. prog. 1870, pag. 51.

<sup>2)</sup> Geol. Förm. Förm. B. II, pag. 211.



Det meteorologiske institut i Kristiania er mig velvillig meddelt endel opgaver over den aarlige nedbørmængde paa nogle stationer i syd, øst og nord for Jotunfjeldene:

Leirdalsøren . . . 443 mm.	Tønsæt . . . . . 338 mm.
Granheim . . . . 556 —	Røros . . . . . 403 —
Tonsaasen . . . . 774 —	Domaas . . . . . 366 —

Anstilles nu en sammenligning mellem disse forskjellige bestemmelser, idet man tager hensyn til udgangspunkternes beliggenhed og til den omstændighed, at Jotunfjeldenes bræer over en lignende kondenserende indflydelse som Justedalsbræen, kun i langt mindre grad, saa synes en midlere nedbørmængde af 0,6 meter noksaa sandsynlig. Hele denne mængde kommer imidlertid ikke bræerne tilgode, idet endel forluster. Sættes den saaledes forlustedede mængde, i lighed med hvad professor Helland antager for Justedalsbræens vedkommende,<sup>1)</sup> til  $\frac{3}{16}$ , saa vil den nedbørmængde, der kommer bræerne tilgode, beløbe sig til 487 mm., eller med andre ord omtrent en halv meter.

Denne aarlige tilvekst maatte i tidens løb give sig mærkbart tilkjende i bræernes tiltagen, hvis ikke andre faktorer gjorde sig gjældende. Her træder først og fremst smeltningen til som en nivellerende faktor. Denne gjør sig gjældende som:

1. Ablation.
2. Indre smeltning.
3. Afsmeltning paa undersiden.

Sommertemperaturen vil jo som regel holde sig over nul. Rigtignok kan der selv midtsommers meget hyppig indtræffe negative minimumstemperaturer inde i Jotunfjeldenes firngebeter; men gennemsnitstemperaturen vil dog som regel være betydelig høiere end nul. Dette forhold maa jo ligeoverfor bræernes tilvekst øve en negativ indflydelse. Paa den anden side vil naturligvis den kolde bræis gjøre sin indflydelse gjældende ligeoverfor den omgivende lufts temperatur. Da jeg ved en anden anledning<sup>2)</sup> har behandlet sommertemperaturen

<sup>1)</sup> Geol. Förm. Förh. B. II, pag. 212.

<sup>2)</sup> Turistforeningens aarbog 1891—92.

i Jotunfjeldene noget udførligere og samtidig fundet leilighed til at berøre bræisens indflydelse paa den omgivende lufts temperatur, vil jeg her ikke gaa nærmere ind paa dette forhold, men kun nævne, at bræisen synes at have en afgjort afkølende virkning ligeoverfor den omgivende luft. Dette vil illustreres ved følgende faa eksempler:

*21 juli.*

Juvvashytten . . . . .	8 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> a. m.	L. 5,9	T. <sup>1)</sup>
Galdhøpiggen . . . . .	11 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> a. m.	1,6	
Juvvashytten . . . . .	3 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	9,0	
Spiterstulen . . . . .	9 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	9,5	

*31 juli.*

Juvvashytten . . . . .	5 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> a. m.	3,0	
— . . . . .	8 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> a. m.	4,5	
Snebræ øst for Stor-Juvbræen	12 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	3,0	8,2
Styggebræens firngebet . .	3 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	4,7	6,4
Vetle-Juvbræens firngebet .	6 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	4,2	4,9
Juvvashytten . . . . .	9 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	4,9	

*1 august.*

Juvvashytten . . . . .	8 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> a. m.	7,0	
— . . . . .	9 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> a. m.	7,3	8,9
Stor-Juvbræen . . . . .	1 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	6,0	
— . . . . .	4 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> p. m.	5,2 <sup>2)</sup>	

*15 juli.*

Spiterstulen . . . . .	8 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> a. m.	16,2	
Sveljenaasbræen . . . . .	12 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	13,1	13,9
— . . . . .	1 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	13,5	14,0
— . . . . .	2 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	13,5	15,0
— . . . . .	4 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> p. m.	14,0	
— . . . . .	5 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> p. m.	13,0	
Spiterstulen . . . . .	8 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	17,3	

*20 juli.*

Spiterstulen . . . . .	9 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> a. m.	13,1	
— . . . . .	11 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> a. m.	13,6	

<sup>1)</sup> T o: frithængende thermometer ca. en meter over overfladen.

<sup>2)</sup> En tilføjet \* angiver, at thermometret var fugtigt paa grund af regn.

Sveljenaasis snebræ . . . . .	2 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	L. 10,1
Keilhaus top, østskraaning	4 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	4,0
Galdhøpiggen . . . . .	5 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> p. m.	5,0
— . . . . .	6 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	3,0

## 6 august.

Slethavn. . . . .	7 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> a. m.	1,0
Sauhøloifte . . . . .	11 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> a. m.	3,0
Nordre Illaabræ . . . . .	4 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	5,0
Rondbræ . . . . .	5 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> p. m.	2,6
Søre Illaabræ . . . . .	7 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	2,9
Slethavn. . . . .	9 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> p. m.	3,6

## 7 august.

Slethavn. . . . .	7 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> a. m.	÷ 0,5
— . . . . .	9 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> a. m.	5,0
Vetlebræ . . . . .	1 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	4,9
Storbræ . . . . .	2 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> p. m.	6,0
Slethavn . . . . .	5 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> p. m.	8,5
Tverbyttjern . . . . .	7 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> p. m.	4,6

Nu maa man jo imidlertid lægge mærke til, at ved flere af disse maalinger gjør ogsaa høideforskjellen sig gjældende; men den kan dog ikke forklare det hele. Endel bliver man nødt til at tilskrive bræernes indflydelse.

Foruden at gjøre sig gjældende direkte virker smeltningen paa sine steder paa en mere indirekte maade; saaledes ved de bræer, der kalver, ligesom ogsaa ved de bræer, der sender iskaskader nedover den foranliggende, steile fjeldskraaning. Dette bliver dog momenter af mindre betydning. Den væsentligste faktor bliver den direkte smeltning, og jeg vil derfor behandle den noget nærmere.

Aarsagen til bræernes saavel indre som ydre smeltning har man søgt i en hel del forskjellige faktorer, der hver især har været tillagt en snart større snart mindre indflydelse. Paa den ene side har man hævdet insolationens, den varmere lufts og det indtrængende vands store betydning; paa den anden side har man ofte til ensidighed hævdet jordvarmens virkning, indflydelsen af den ved bræernes bevægelse fremkaldte saavel indre som ydre friktion og endelig virkningen af det indre tryk, enten direkte eller paa en mere indirekte maade som aarsag til smeltepunktets synken eller som aarsag

til isens kompression. Medens man altsaa paa den ene side har hævdet væsentlig de ydre faktorerers indflydelse, har man paa den anden side væsentlig hævdet virkningen af de indre. Efter at have behandlet disse sidste seet fra et rent fysikalsk standpunkt, væsentlig med Grønlands indlandsis for øie, siger professor Schiøtz: „der wesentlichste Factor, um das Wachsen der Eisdecke zu verhindern, ist die Sonnenwärme“<sup>1)</sup>. Hvad der her er udtalt med hensyn til den store indlandsis, gjør sig vel i endnu høiere grad gjældende, naar man tager hensyn til de mindre bræer, saadan som man finder dem mellem Jotunfjeldenes tinder. Solvarmen vil da enten gjøre sig gjældende direkte ved straalning eller indirekte, idet den omgivende luft og det faldende regn opvarmes, dels ogsaa derved at den giver anledning til varmereflexion fra de omgivende fjeldsider.

Ablationen er hos Jotunfjeldenes bræer gennemgaaende meget betydelig. Den forandrer det fine kapillarnet til vidt forgrenede, større spalter; de enkelte korn falder fra hinanden, og bræens overflade bliver ru. Hvor ablationen i særlig grad gjør sig gjældende, faar ofte overfladen et moutonneret præg. Fra en paa den maade dannet iskuppe har jeg vedføiet et skematisk profil,<sup>2)</sup> der viser, hvorledes den øverste del bestaar af ganske løse korn af forskjellig størrelse, medens man i den nedre del finder den almindelige, kornede bræis. Hvor der paa overfladen findes større ophobninger af sten, grus og sand, viser disse sig ofte at modvirke ablationen, medens det modsatte er tilfældet med mindre ansamlinger af fint, sort mudder; disse synes nemlig at fremme ablationen, idet de giver anledning til dannelsen af mindre, cylindriske fordybninger, vel paa grund af deres absorberende indflydelse ligeoverfor varmestraalerne. Udprægede „Gletschertische“ har jeg ikke fundet; dette kan maaske finde sin forklaring deri, at de af lithoklaser gjennemsatte gabbrovarieteteter opspaltes i saadanne tildels uregelmæssig skarpkantede blokke, der vanskelig finder den nødvendige understøttelse. At insolationen ogsaa giver anledning til en varmereflexion fra de omgivende fjeldsider, viser sig i den konvex hvælvede overflade, som jeg har iagt-

---

<sup>1)</sup> O. E. Schiøtz: Das Schmelzen des Binneneises, pag. 22.

<sup>2)</sup> Vedføiet planche, fig. 5.



taget hos flere bræer. Denne overfladeform skyldes rigtignok tildels den i bræens midte hurtigere bevægelse, men faar dog paa grund af reflexionen et skarpere præg. Dette viser sig ogsaa deri, at denne karakteristiske form kan mangle eller ialfald træde meget tilbage, hvor de gunstige betingelser for en saadan reflexion ikke er tilstede. Det dannede ablationsvand samler sig da i de eiendommelig zikkakformede bræbække, der snor sig nedover i bræens længderetning. Undertiden forsvinder disse i en bræbrønd eller grotte, eller de sluges af en spræk; hvor de faar fortsætte sin muntre leg helt ned til bræens ende, kan de undertiden naa en dybde af flere meter. Hist og her træffer man inde paa bræerne schluchter med stillestaaende vand. De temperaturforhold, der gjør sig gjældende i det paa en isbræs overflade rindende og stillestaaende vand, er noksaa interessante. Professor Sexe siger saaledes: „jeg undersøgte tidt og ofte, hvor jeg for frem, Temperaturen i det Vand, som paa Sommertiden kommer ud af Folgefon og dens Isbræer, just der, hvor det træder frem til Dagen fra det frosne Element, og fandt, at den i Regelen var lidt over  $0^{\circ}$ . Jeg undersøgte ogsaa Temperaturen i det Vand, som flød paa Isbræernes Overflade, og fandt den i Regelen at være  $0^{\circ}$ . Men ogsaa der viste den sig iblandt baade under Regn og i klart Solskin at være, vistnok høist ubetydeligt, over  $0^{\circ}$ “<sup>1)</sup>. Og videre fortsætter han: „Temperaturen i det Vand, som kom frem fra Isbræerne, var forresten ikke konstant, den steg og faldt lidt med Vandmængden. Det samme forekom mig at være Tilfældet, skjønt i ringere Grad, med Temperaturen i det Vand, som flød paa Isbræernes Overflade“<sup>1)</sup>. Hr. De Seue har ogsaa fundet saadanne smaa over-skud over nul ved sine undersøgelser af Justedalsbræen<sup>2)</sup> og Svartisen<sup>3)</sup>. Jeg har anstillet endel maalinge for at bestemme vandtemperaturen inde paa bræerne; af disse maalinge vedføies:

Stillestaaende vand		Vand	Luft	Veir	Omgivelser
Sveljenaasbræen	15 juli 5 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> p. m.	00,0	13,0	klart	ren is
Heilstugubræen	26 — 8 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> p. m.	00,1	2,0	regn	sne og is
Sveljenaasbræen	27 — 2 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> p. m.	00,5	6,9	skyet	is og grus

<sup>1)</sup> Sexe: Om Sneebræen Folgefon. Univ. prog. 1864, pag. 18, 19.

<sup>2)</sup> De Seue: Le névé de Justedal et ses glaciers, Univ. prog. 1870, pag. 33.

<sup>3)</sup> Nyt Mag. for Naturvid. B. 21, pag. 252, 253.

Rindende vand	Vand	Luft	Veir	Omgivelser
Heilstugubræen 29 juli 12 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> p. m.	0 <sup>o</sup> ,2	4,0	klart	is
Vetle-Juvbræen 31 — 6 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> p. m.	0 <sup>o</sup> ,1	4,2	klart	sne og is
Stor-Juvbræen 1 august 4 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> p. m.	0 <sup>o</sup> ,2	5,2*	regn	is

Paa bræen stillestaaende vand kan altsaa have en temperatur af nul grader, naar det forekommer under saadanne betingelser, at temperaturen i vandet overalt er den samme; det giver sig ogsaa tilkjende i den neutrale tilstand: vandet viser ingen tendens til frysning, isen ingen tendens til smeltning. Anderledes stiller forholdet sig, hvis der kommer regn til, eller hvis vandets omgivelse delvis er grusblandet; temperaturen i vandet kan da stige over nul, selv om det er stillestaaende. Det rindende vand opfører sig noget anderledes. Af en hel række maalinge, som jeg om eftermiddagen 15 juli foretog paa Sveljenaasbræen, syntes resultatet at være, at temperaturen steg fra kanterne af bræbækken udover mod midten. Lige ved kanten viste termometret 0<sup>o</sup>,0, længere ude 0<sup>o</sup>,1 (omtrent samtidig, 4<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> p. m. L. 14,0). Dette er forresten et forhold, som man bør være opmærksom paa ved maalingen af det rindende vands temperatur. Ved bræelvs temperatur, hvor det ofte er af interesse at have tiendedelen af en grad nøiagtig bestemt, gjælder det, at den er maalt paa et saadant sted, at man faar et udtryk for en midlere sand værdi.

Smeltningen i bræens indre finder ligesom den paa undersiden stedfindende afsmeltning sin naturligste forklaring i den indtrængende, varmere lufts virkning og i virkningen af det vand, der dels ved infiltration dels gjennem sprækker trænger ind ovenfra, dels trænger ind under bræen fra de omgivende fjeldsider.

Det saaledes ved ablation, indre smeltning og afsmeltning paa undersiden dannede vand samler sig da ved bræens nedre ende i den fossende bræelv; ofte siver vandet frem paa forskjellige steder langs brækanten og forener sig først længere nede til en enkelt strøm. Ganske undtagelsesvis findes antydning til en „Gletscherthor“; ingensteds har jeg fundet den typisk udviklet.

De temperaturmaalinge, jeg har anstillet lige ved brækanten, er følgende:

Elven fra:			Vand	Luft
Sveljenaasbræen	27 juli	1 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> p. m.	0,4	6,5
—	27 —	3 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> p. m.	0,4	6,0*
Heilstugubræen	29 —	12 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	0,4	4,0
Bukkeholsbræ .	5 august	4 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> p. m.	0,2	— <sup>1)</sup>
Nordre Illaabræ	6 —	4 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	0,2	5,0
Rondbræ . . .	6 —	5 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> p. m.	0,1	2,6
Søre Illaabræ .	6 —	7 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	0,2	2,9
Vetlebræ. . . .	7 —	1 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	0,2	4,9
Storbræ . . . .	7 —	2 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> p. m.	0,2	6,0
Sletmarkbræ . .	11 —	3 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	0,2	3,6
Styggebræen. .	15 —	4 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> p. m.	0,4	6,0

I bræernes nærhed har jeg anstillet følgende temperatur-maalinger:

Elven fra:			Afstand	Vand	Luft
Heilstugubræen . . . .	29 juli	6 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	ca. 300 m.	1,1	9,9
Stor-Juvbræ . . . . .	1 august	1 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	- 3 m.	0,5	6,0
— . . . . .	3 —	6 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	- 1,6 km.	3,2	— <sup>2)</sup>
Heimre Illaabræ . . . .	4 —	12 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> p. m.	- 200 m.	2,3	10,0
N. & S. Illaabræ . . . .	4 —	4 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	- 2,7 km.	3,6	15,9
Høgskriubræ . . . . .	4 —	6 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	- 50 m.	2,0	— <sup>3)</sup>
Hurrbræ . . . . .	4 —	7 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> p. m.	- 50 m.	0,5	— <sup>3)</sup>
Visbræ . . . . .	5 —	1 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	- 200 m.	5,4	— <sup>4)</sup>
Sandelvbræen . . . . .	8 —	3 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> p. m.	- 50 m.	1,1	9,3
Uranaasbræens vestlige arm i Melkedalen . . .	10 —	12 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	- 3 m.	0,4	4,0
Langedalsbræ . . . . .	11 —	5 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	- — <sup>5)</sup>	0,5	4,0
Svartdalens n. bræ . .	12 —	ca. middag	- — <sup>6)</sup>	0,5	— <sup>8)</sup>

Disse to temperaturrækker viser begge hen paa saadanne forhold, der fortjener nærmere opmærksomhed.

Ser man noget nøiere paa den første, den der angiver bræelvns vandtemperatur lige ved udløbet, saa kan det ikke undgaa opmærksomheden, at der gjør sig en vis regelmæssig-

<sup>1)</sup> Semmelholstjern 3<sup>h</sup> 0<sup>m</sup> p. m. L. 4,0.

<sup>2)</sup> Elvesæter 8<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> p. m. L. 14,0.

<sup>3)</sup> Se N. & S. Illaabræ 4<sup>h</sup> 0<sup>m</sup> p. m.

<sup>4)</sup> Leirvand 11<sup>h</sup> 0<sup>m</sup> a. m. L. 5,5.\*

<sup>5)</sup> Temperaturen er maalt lige ved brækanten, men i omtrent tre meters længde ligger bræens underside omtrent en meter høiere end elvens overflade.

<sup>6)</sup> Temperaturen er maalt lige ved brækanten, der her ligger noget høiere end elvens overflade.

<sup>7)</sup> Svartdalsvand 4<sup>h</sup> 0<sup>m</sup> p. m. L. 7,7

hed gjældende. Undersøger man nærmere, hvoraf denne regelmæssighed er afhængig, synes bræernes størrelse og høidebeliggenhed at gjøre sig særlig gjældende. For at kunne opstille mere generelle regler fordres endnu:

1. Flere temperaturiagttagelser.
2. Bestemmelse af flere bræers størrelse.
3. Bestemmelse af flere bræers høidebeliggenhed.

Allerede af de nu anstillede iagttagelser tror jeg dog at kunne slutte, at der til større og lavere beliggende bræer svarer en høiere temperatur af bræelven, til mindre og høiere beliggende bræer en lavere. Temperaturen synes ellers at være uafhængig af de vekslende luftforhold.

Undersøger man derimod den anden række, saa vil man ikke finde nogen saadan regelmæssighed som ved den første. Temperaturen stiger hurtig med den voksende afstand fra bræen. Ved denne temperaturforøgelse gjør der sig gjældende flere faktorer: luftens temperatur, de herskende nedbørforhold, elveleiets form og omgivelser; endelig elvens størrelse, der i en væsentlig grad influerer temperaturvariationen.

Med hensyn til den vandmængde, der i sommermaanederne kan udføres fra bræerne, har jeg søgt at gjøre endel approximative bestemmelser. Vandmængden har jeg fundet ved at tage  $\frac{5}{6}$  af det ved tværsnit og hastighed bestemte produkt. Bræelvenes vandmængde er meget variabel. En klar solskinsdag eller en regnveirsdag, disse to modsætninger, kan begge frembringe en saadan forøgelse i vandmængden, at resultatet vilde blive fuldstændig misvisende, om man vilde lægge maalingen udførte paa saadanne dage til grund for bestemmelsen. Jeg har søgt at udføre bestemmelserne under saadanne forhold, at jeg kunde gjøre regning paa at erholde en midlere tilnærmet værdi.

		Vandmængde i m <sup>3</sup>	
		pr. sekund	pr. døgn
Memuruelven, nær Gjende,	18 juli:	7,6	656 640
Storaadøla, nær Gjende,	22 —:	3,4	293 760
Visa, ved Spiterstulen,	28 —:	17,7	1 529 280 <sup>1)</sup>
Visa, ved Spiterstulen,	29 —:	4,9	423 360
Heilstuguaaen, ca. 300 m. fra bræen,	29 —:	1,7	146 880
Leira, ved Elvesæter,	2 august:	4,1	354 240
Bævra, tæt ovenfor Leira,	3 —:	6,0	518 400

1) Om aftenen efter vedholdende regnveir hele dagen.



Jeg vil derpaa gaa over til en nærmere undersøgelse af de saakaldte kalvningsbræer, idet jeg først vil behandle den saakaldte kalvning og derefter se lidt paa de i vedkommende indsøer herskende temperaturforhold.

Den typiske kalvning, saadan som man finder den hos grønlandske bræer, kommer jo istand derved, at bræen gaar helt ud i en fjord. Denne bliver dybere og dybere, og som professor Helland siger: „da das Eis specifisch leichter als dass Wasser ist, so muss am Ende der ganze Gletscher schwimmen.“<sup>1)</sup> Men man har ogsaa eksempler paa, at selv bræer, der gaar ud i havet, ikke lader sig indordne under denne kalvnings-type; derimod optræder en anden form for kalvningen: fra bræen løsnes brudstykker, der falder ned i vandet. Naar man gaar over til indsøernes kalvningsbræer, synes denne sidste form at blive den almindelige. Om en isbræ ved Juklavandet paa Folgefonns nordvestre hjørne siger saaledes professor Sexe: „paa den Lokalitet, jeg har faar Øie, skjød ikke Isbræen sig ned i, men udover Vandet. Og det er at antage, at, idet den gjør dette, taber dens Forende Understøttelsen og søger at gjenvinde samme ved at sænke sig noget i Vandet, under hvilken Synken den brydes fra Modermassen, der bliver staaende igjen med en vertikal Væg“<sup>2)</sup>. Om Blaadalsbræen, Folgefossen, siger dr. Penck: „ich glaube nicht, dass derselbe hier nach der Analogie der grönländischen Gletscher kalbte“<sup>3)</sup>. Om botntjern og botnbræer i Justedalsbræens omegn siger hr. Lorange: „paa mange Steder finder man Bræen stikkende ned i Tjernets øvre Ende og følge Bunden, saa langt Øiet kan naa“<sup>4)</sup>. I dette tilfælde vilde kalvningen sandsynligvis bestaa i, at brudstykker fra bræen faldt ned i vandet. Hr. De Seue siger ogsaa om Svartisen, at „is jævnlig styrtede ned“<sup>5)</sup> i vandet. Som man ser er regelen den, at løsnede brudstykker, falder ned i vedkommende tjern eller indsø.

Ved de kalvningsbræer, jeg har seet i Jotunfjeldene, har

---

1) Mitth. des Ver. für Erdk. zu Leipzig, 1876, pag. 31.

2) Sexe: Om Sneebræen Folgefon, Univ. prog. 1864, pag. 8.

3) Mitth. des Ver. für Erdk. zu Leipzig, 1879, pag. 34.

4) Geol. Förm. Förh. B. II, pag. 345.

5) Nyt Mag. for Naturvidenskaberne, B. 21, pag. 240.

jeg ingensteds bestemt kunnet overbevise mig om, at søens bund var dækket af is. Jeg har heller ikke været saa heldig paa stedet direkte at kunne iagttage nogen kalvning. Naar jeg dog tror at kunne udtale, at kalvningen ved disse bræer bestaar i brudstykkers nedstyrtning, saa søger jeg dette begrundet paa følgende to maader:

1. Sammenlignet med den vertikale isvægs høide synes ikke vedkommende tjerns og indsøers sandsynlige dybde at tillade den typiske kalvning.

2. De svømmende isblokkes høide er bestandig lavere, somoftest betydelig lavere end den vertikale isvæg.

Det eneste tilfælde, hvor der synes at være en mulighed tilstede for typisk kalvning, er ved øvre Melkedalsvand, men jeg har her ikke havt anledning til nærmere at undersøge forholdene.

De temperaturmaalinge, jeg har fra vedkommende søer, er samtlige fra nær overfladen, nær land. I ingen af disse søer er der anledning til at foretage dybdemaalinge. Jeg tror dog ved den fremgangsmaade, jeg har brugt, at være kommet den sandsynlige middelværdi saa nær, som det under de forhaandenværende omstændigheder er mulig. Jeg har som bestemmelsessteder søgt at udvælge mig saadanne, hvor dybden holdt sig saa stor som mulig helt ind til land.

			Vand	Luft
Juvvand. . . . .	21 juli	8 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> a. m.	1.3	5.9
— . . . . .	30 —	9 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	2.2	4.7
— . . . . .	31 —	7 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	2.5	— <sup>1)</sup>
— . . . . .	1 august	9 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> a. m.	2.1	7.3
— . . . . .	2 —	11 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> a. m.	2.3	— <sup>2)</sup>
— . . . . .	14 —	6 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	2.5	5.0
— . . . . .	14 —	8 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	2.1	4.0
— . . . . .	15 —	11 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> a. m.	1.5	6.0
— . . . . .	15 —	7 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	2.5	— <sup>3)</sup>
— . . . . .	16 —	4 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	3.0	— <sup>4)</sup>
— . . . . .	17 —	9 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> a. m.	2.8	— <sup>5)</sup>
— . . . . .	17 —	4 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> p. m.	2.5	— <sup>6)</sup>

<sup>1)</sup> Vetle-Juvbræ 6<sup>h</sup> 0<sup>m</sup> p. m. L. 4.2.

<sup>2)</sup> Juvvashytten 10<sup>h</sup> 0<sup>m</sup> a. m. L. 5.6

<sup>3)</sup> Juvvashytten 8<sup>h</sup> 30 " p. m. L. 2.7 \*

<sup>4)</sup> Juvvashytten 2<sup>h</sup> 0<sup>m</sup> p. m. L. 4.5 \*

<sup>5)</sup> Juvvashytten 8<sup>h</sup> 0<sup>m</sup> a. m. L. 4.3

<sup>6)</sup> Juvvand 2<sup>h</sup> 0<sup>m</sup> p. m. L. 6.0

			Vand	Luft
Juvvand . . . . .	18 august	11 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> a. m.	2,0	5,0
Semmelholstjern . .	5 —	3 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	5,5	4,0 <sup>1)</sup>
Tverbottentjern . .	5 —	6 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> p. m.	4,1	3,7
Øvre Melkedalsvand	10 —	3 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> p. m.	1,5	4,0

Som det sees, er det ikke store variationer, vandtemperaturen i disse søer er underkastet. Lufttemperaturens variation synes ikke at have stor indflydelse; derimod synes vind- og nedbørforhold at gjøre sig langt mere gjældende. Den vigtigste faktor med hensyn til temperaturvariationen er imidlertid uden tvivl den større eller mindre mængde af tilstedeværende kalvis. Semmelholstjern og Tverbottentjern, hvor de respektive bræer er mindre og følgelig leverer mindre kalvis, har en højere temperatur end Juvvand og øvre Melkedalsvand, hvor de respektive bræer er større og følgelig har en større produktionsevne for kalvis. Naar man undtager de to maalinger fra Semmelholstjern og Tverbottentjern, saa ser man, at samtlige temperaturer er lavere end den, hvorved vandet har sit maximum af tæthed. Temperaturen maa altsaa stige mod dybet. Dette eiendommelige forhold, at temperaturen stiger mod dybet selv i sommermaanederne, maa for disse indsøer medføre særegne forhold forskjellige fra dem, man almindelig træffer ved norske indsøer, hvor temperaturen som regel synker mod dybet i sommermaanederne. Den lave vandtemperatur maa nødvendigvis medføre en sterk isdannelse om vinteren, og deraf følger igjen, at man kan finde disse høitliggende fjeldsøer islagte selv langt ud i juli maaned, ja undertiden hele sommeren igjennem.

### Morænedannelse.

I den geografiske oversigt er ved de enkelte bræer i korthed omtalt de forskjellige maader, hvorpaa løst materiale som sand, grus, sten og større blokke forekommer: dels ganske enkeltvis og spredt paa bræens overflade, dels mere sammenhobet som overflademoræne, sidemoræne, endemoræne og bundmoræne. Jeg vil nu behandle disse forskjellige forekomster

<sup>1)</sup> Semmelholsbræen har jeg kun seet fra tjernets nordvestlige ende, men den gav et bestemt indtryk af at være kalvningsbræ.

noget mere generelt, idet jeg nærmere vil undersøge deres almindelige karakter, deres oprindelse og deres indbyrdes forhold.

Større og mindre stene spredte hist og her paa overfladen er et ganske generelt træk ved Jotunfjeldenes bræer. Ved den nedre ende optræder de ofte i rigeligere mængde, men bliver sparsommere, jo længere man kommer opover bræen; de sidste ser man ved firngrænsen. At de her fuldstændig skulde ophøre, er ikke sandsynlig; men her dækkes de videre opover af den snart mørkere snart lysere „Firnschnee“. Det umiddelbare indtryk, man faar, er at disse stene skriver sig fra de især omkring firngebetet opragende steile fjeldskrænter, og at de saa senere paa grund af bræens eiendommelige bevægelse mere og mere samler sig nedover mod bræens nedre ende.

Optræder disse superficiale masser i større mængde, saa finder man dem somoftest i form af mere eller mindre regelmæssig anordnede mediane overflademoræner. Disse har den samme karakter: ofte af betydelig størrelse ved bræens nedre ende svinder de efterhaanden ind opover og taber sig somoftest ved firngrænsen. Skuer man imidlertid videre i den forsvundne morænes retning, saa opdager man nærmere eller fjernere en fremspringende fjeldskrænt, eller man ser midt ind i en af disse eiendommelig halvcirkelformede indskjæringer i fjeldmassen. Ganske uvilkaarlig tænker man: derfra har denne moræne sin oprindelse. Ja ganske undtagelsesvis kan man finde morænen vedligeholdt, indtil den pludselig ophører ved en inde i firngebetet opstikkende „hest.“ At det i dette tilfælde er den nævnte „hest“, der giver anledning til morænenes dannelse, kan vel ikke betvivles.

Det første overblik henfører altsaa oprindelsen af den sten og det grus, der findes paa bræens overflade, til forvitring og paafølgende udrasning i de omgivende steile fjeldsider eller til en gradvis ødelæggelse af de fremspringende „heste“.

Det er en opgave af stor interesse at undersøge, om det forholder sig saa. At dannelsen af overflademoræner i sin almindelighed foregaar paa den maade, har man vel ikke villet bestride; men der har gjort sig gjældende momenter,



der har vakt spørgsmaal, om ikke overflademoræner ogsaa kunde dannes paa anden maade.

Gjennem tidernes løb har det navnlig været et spørgsmaal af stor interesse, om ikke en tilstedeværende bundmoræne kunde fremkalde dannelsen af en overflademoræne paa den maade, som professor Forbes siger: „that these stones are actually introduced into the ice by friction at the bottom of the glacier, and forced upwards by the action of the frontal resistance which produces the frontal dip of the veined structure, and they are finally dispersed on the surface by the melting of the ice“<sup>1)</sup>. Den svenske geolog, dr. Svenonius har fundet stene indfrosne i isen „fullt konformt med islagret“, og en stor stenmoræne „måste“, efter hans udtalelse, „hafva bildats genom hopsammanring af de mellan isens nedre skikt infrusna stenarne, som småningom tråda i dagen, då dessa nedre islager prässas up“<sup>2)</sup>. Man faar forresten ingen oplysning om, hvorledes de „infrusna stenarne“ er komne ind „mellan isens nedre skikt.“

Jeg har hos Jotunfjeldenes bræer ingensteds kunnet overbevise mig om, at de paa overfladen tilstedeværende løse masser tog sin begyndelse ved en bestemt strukturbue. Heller ikke har jeg paa noget sted bestemt kunnet overbevise mig om, at de indfrosne stenes stilling var konform med den ene eller den anden af de optrædende strukturflader; dette har vel forresten sin grund i den samme omstændighed, som jeg tidligere har nævnt virker hemmende ved dannelsen af „Gletschertische“, nemlig at sten og større blokke somoftest er uregelmæssig kantede, mere sjelden har nogen udpræget længderetning. At der imidlertid foregaar en udsondring af grus, større og mindre stene fra bræens indre, synes med nødvendighed at fremgaa af den successive tilvekst i mængden af løst materiale nedover mod den nedre ende. Som aarsag til denne udsondring forekommer det mig mest naturligt at antage bræens bevægelse og den stedfindende ablation.

At hente dette løse materiale fra den tilstedeværende bundmoræne forekommer mig imidlertid søgt. For de bræer, der her er tale om, synes følgende forklaring mig langt

---

<sup>1)</sup> Forbes: The Theory of Glaciers, pag. 204.

<sup>2)</sup> Geol. Förm. Förh. B. VII, pag. 25.

simplere og langt mere naturlig. Ved en steil klippevæg eller ved en opstikkende „hest“ falder stene nu og da ned paa bræen; den om vinteren faldende sne dækker disse stene helt eller delvis. Dette gjentager sig aar efter aar omtrent paa samme maade. Paa grund af bræens bevægelse føres de paa denne maade i bræen indesluttede masser stadig længere og længere nedover. Skikternes udgaaende bringer dem igjen op i dagen, og denne blotlæggelse paaskyndes endnu mere ved ablationens hjælp. Det er saaledes ganske naturligt, at man vil finde de største mængder af grus og sten ved den nedre ende, hvor skikternes udgaaende følger nærmest paa hinanden, og hvor smeltningen er mest intens.

Noget eksempel paa, at de superficiale masser tager sin begyndelse ved en bestemt strukturkurve, har jeg som før nævnt ikke truffet. Jeg vil dog ganske i korthed omtale dette tilfælde. Dr. A. Penck omtaler „merkwürdige Oberflächenmoränen, nämlich solche, welche aus dem Material der Grundmoränen — — herabstürzender Gletscher zweiter Ordnung bestehen“<sup>1)</sup>. Og jeg har paavist, at Storbræens mediane overflademoræne tager sin begyndelse netop ved en inde i firngebetet opstikkende „hest“. I begge disse tilfælde ligger overflademorænenes dannelsessted i dagen. Nu kan man imidlertid godt tænke sig, at saadanne dannelsessteder fuldstændig dækkedes af den overliggende bræ. Morænen vilde da forblive skjult, indtil vedkommende skikts udgaaende etsteds nede paa bræen bragte den op i dagen. Som med en hel moræne saaledes ogsaa med ganske enkeltvis forekommende stene. At der virkelig i et bræleies bund kan findes nok af opstikkende kupper, derpaa giver Store Utladalen et pent eksempel. Den samme simple og naturlige forklaringsmaade, der er anvendt ligeoverfor de i dagen dannede overflademoræner, kan altsaa efter min mening gjøres gjældende ogsaa for disse mere mysteriøse dannelser, der først kommer tilsyne ved en bestemt strukturkurve. Det er imidlertid ikke min mening at benægte muligheden af en delvis oppresning af bundmorænen, hvor „the frontal dip“ er særlig udviklet; men hvor dette strukturfænomen mangler en typisk udvikling, der foretrækker jeg at anvende en forklaring, der er overensstemmende med de fænomener, man direkte iagttager.

<sup>1)</sup> Mitth. des Ver. für Erdk. zu Leipzig, 1879, pag. 41.

De laterale morænemasser optræder dels som „Seitenmoräne“ dels som „Ufermoräne“. Denne sidste form, forekommer paa enkelte steder, som jeg før leilighedsvis har nævnt, paa en saadan maade, at den antyder en fra den nuværende forskjellig mægtighed hos vedkommende bræer. At disse forskellige former af sidemorænen begge er dannede ved udrasning fra de omgivende fjeldsider, kan der ikke være tvivl om. At de har faaet sin nuværende mere jævne fordeling, er vel et moment, der skyldes bræens bevægelse.

Endemoræner forekommer uden undtagelse hos Jotunfjeldenes større bræer, og selv de fleste mindre har sin endemoræne om end ikke saa typisk udviklet. Om end disse moræner, som man træffer i Jotunfjeldene, i størrelse ikke paa langt nær kan maale sig med de, man træffer paa mange andre steder, saa bidrager de dog ikkedestomindre til at give bræernes nærmeste omgivelser deres præg. Den mest almindelige høide varierer omkring tre meter, snart noget mere snart noget mindre; ganske undtagelsesvis kan man træffe høider paa en ti-tolv meter eller noget mere. Paa enkelte steder finder man recente endemoræner; det mest almindelige er dog, af deres dannelse tilhører en svunden tid. Om disse endemoræner skal betragtes som „veritable“ og saaledes betegne en stilstand i bræernes tilbageskriden, eller om de skal opfattes i lighed med de af Penck og Holmström fra Justedalsbræen beskrevne sammenstuvningsmoræner og saaledes betegne en fremrykning af bræerne, derom tør jeg endnu ikke med bestemthed udtale mig. Der viser sig nemlig paa enkelte steder saadanne træk, der nærmest henleder tanken paa en successiv afleiring; derimod kan det ikke nægtes, at paa andre steder karakteren af en sammenstuvning træder mere i forgrunden. Muligens er forholdet forskjelligt paa de forskellige steder. Paa grund af det eiendommelig fælles træk, de forskellige moræner har, skulde jeg dog finde det mest naturligt, at der for dem alle gjorde sig den samme regel gjældende. Dette er forresten et interessant spørgsmaal, vel værdt en nøiere overveielse grundet paa en mere omfattende undersøgelse af disse moræners hele karakter.

Bundmoræne (s. grundmoræne) finder man hos alle Jotunfjeldenes bræer i en mere eller mindre udviklet form. Jeg har ingensteds fundet, at den fuldstændig mangler. Med hen-



syn til grundmorænenes oprindelse gjør der sig gjældende forskellige anskuelser; nogle forskere lægger materialet tilrette for bræen, medens andre lader bræen selv hente det fra sit underlag. Med Jotunfjeldenes bræer for øie vil jeg kun sige: de stene og det grus, der dækkede fjeldets overflade, før isen kom, maa forlænge siden være opslidt og ført bort, og de forholdsvis mindre, løse masser paa bræernes overflade forslaaer ikke, selv om sprækkerne slugte dem i sin helhed, til dannelsen af vedkommende grundmoræner. Den største del af materialet maa bræerne selv skaffe sig, og det vistnok paa den maade som professor Sexe siger: „disses Underflade maa have revet det løst fra Fjældgrunden, hvorover de glide“<sup>1)</sup>.

### Erosion.

Spørgsmaalet, om isbræerne eroderer eller ikke, har vakt heftig strid blandt glacialgeologerne, og som dr. Penck siger: „dieser Streit ist dadurch theils bedingt, theils erschwert, dass die Natur verhältnissmässig wenig Erscheinungen zu Gunsten dieser oder jener Anschauung direct darbietet“<sup>2)</sup>.

Hvor liden betydning endel forskere tillægger isens erosionsevne, faar sit udtryk i professor Heims udtalelse: „die Vergletscherung ist ein relativer Stillstand in der Thalbildung“<sup>3)</sup>. Men om en saadan antagelse bemærker da ogsaa dr. Penck og det vistnok med rette: „einen Beweis für diessen Schluss habe ich nirgends gelesen“<sup>4)</sup>.

Jeg vil i korthed omtale de vigtigste beviser for en glacial erosion og de indvendinger, der har været gjort mod dem.

Skuringsstriberne, saadan som man finder dem hos nutidens bræer, og saadan som man finder dem indgravet af fortidens, leverer et bevis for isens erosionsevne, et bevis som selv de heftigste modstandere har maattet indrømme rigtigheden af. Men saa har de da ogsaa ved striberne fundet et bevis for isens ringe erosionsevne, idet de nemlig uden videre refleksion har taget til indtægt den kjendsgjerning, at man

<sup>1)</sup> Sexe: Om Sneebræen Folgefon, Univ. prog. 1864, pag. 17.

<sup>2)</sup> Mitth. des Ver. für Erdk. zu Leipzig, 1879, pag. 43.

<sup>3)</sup> Heim: Handbuch der Gletscherkunde, pag. 401.

<sup>4)</sup> Mitth. des Ver. für Erdk. zu Leipzig, 1879, pag. 43.



paa sine steder finder krydsende skuringsstriber, hvorved der altsaa for den første overfladiske betragtning synes at være tilstede et slaaende bevis mod isens evne til at erodere, idet nemlig den is, der satte de sidste striber, ikke har været istand til at udslette de første. Hertil bemærker imidlertid den svenske geolog O. Gumælius ganske træffende: „det är ju ett godt bevis, om nemligen reffloras bildning, de äldres och de yngres, är vidt skild till tiden, men detta har man endast antagit“<sup>1)</sup>. Saadanne krydsende striber kan nemlig have sin grund i rent lokale aarsager. Lokale afvigelser i striberetningen indrømmes ogsaa af professor Heim<sup>2)</sup>. Endnu bedre end de fine skuringsstriber vidner de større erosionsfurer om isens eroderende evne.

Roches moutonnées er et glacialfænomen, der tydelig tilkjendegiver isens eroderende evne. Glatte, slebne, afrundede som de moutonnerede kupper møder øiet, henleder de øieblikkelig tanken paa en kraft, der i langt høiere grad end det rindende vand formaar at paatrykke fjeldgrunden sit præg. Foruden paa en slaaende maade at vidne om isens eroderende evne er dette fænomen det vigtigste, man fortiden har, til at paavise den retning, en svunden tids bræer fulgte. Længe efterat tidens tand har udgravet de finere striber, vidner endnu den moutonnerede overflade om en tidligere tilstedeværende bræ og antyder tillige dennes bevægelsesretning. Dette fænomen, udpræget ved sine stødsider og sine læsider, om hvilke professor Kjerulf siger, at „man har — ingen grund til at notere dem“<sup>3)</sup>, lader professor Heim paa en ganske anden maade komme til sin ret, idet han siger: „daran kann man stets, wenn der Gletscher später verschwunden ist, die Bewegungsrichtung des Gletschers mit Sicherheit erkennen, während die einzelnen Schrammen hierüber oft keine Sicherheit geben“<sup>4)</sup>. Naar man har villet anvende de i en forsvunden bræs leie gjenstaaende moutonnerede kupper netop som et bevis mod bræens erosionsevne, saa maa dette have sin grund i, at man ikke nøiere har tænkt over, hvad betydning en uregelmæssig fordeling af grundmorænen, et snart mere snart mindre

<sup>1)</sup> Geol. Förl. Förl. B. VII, pag. 389, 390.

<sup>2)</sup> Heim: Handbuch der Gletscherkunde, pag. 355.

<sup>3)</sup> Kjerulf: Udsigt over det sydlige Norges geologi, pag. 38.

<sup>4)</sup> Heim: Handbuch der Gletscherkunde, pag. 355.

af lithoklaser gjennemsat fjeldparti, en snart noget haardere snart noget blødere bergart kan have.

Grundmorænenes tilstedeværelse er, som jeg tidligere har udviklet, efter min mening et tydeligt bevis for isens eroderende evne. Thi det er ikke, som ofte antaget, blot løsere bergarter, en bræ kan løsrive fra underlaget. Gumælius har i en moræne fundet stene af graa gneis, om hvilke han siger: „tydiligen äro de upprifna delar af en redan refflad och polerad bergkulle“<sup>1)</sup>. Om grundmorænen under Folgefonnens hængebræer siger dr. Penck: „es bleibt nur die Annahme zur Erklärung dieser Erscheinung, dass der Schutt unter dem Gletscher durch diesen selber losgelöst worden ist, dass der Gletscher also erodirt“<sup>2)</sup>. Grundmorænen vidner ved sin forekomst og sin karakter tydelig om isens eroderende evne, eller som dr. Penck siger: „das Material der Grundmoränen selbst lehrt, dass der Gletscher erodirt hat“<sup>3)</sup>.

Bræelven endelig, gulgraa, grumset som den træder frem i dagen, leverer med sin rige slamgehalt det mest iøjnefaldende bevis for bræens evne til at erodere sit leie. Idet bræen trykker mod sit underlag og langsomt glider fremover, knuser den en hel del af det løse materiale og benytter det som slibepulver ligeoverfor underlaget (eftersom slibepulveret opslides, maa det naturligvis erstattes af det underliggende faste fjeld), og som Archibald Geikie siger: „by this grinding action, it erodes its bed“<sup>4)</sup>. Medens de masser af sten, grus og sand, som bræen i en given tid tilveiebringer, vanskelig lader sig bestemme, saa giver det slam, bræelven udfører, anledning til en kvantitativ bestemmelse, ialfald approximativt, eller for at bruge dr. Penck's ord: „die Grösse der Glacialerosion lässt sich also ziffermässig erweisen“<sup>5)</sup>.

Naar hr. De Seue siger: „deter kun fantasien som flytter bjerge, ikke gletscheren“<sup>6)</sup>, saa vil jeg dertil kun bemærke: bræen gjør rigtignok ikke det fantastiske luftspring at flytte fjeldet helt og holdent; men den gaar frem paa en mere na-

<sup>1)</sup> Geol. Förm. Förh. B VII, pag. 391.

<sup>2)</sup> Mitth. des Ver. für Erdk. zu Leipzig, 1879, pag. 42.

<sup>3)</sup> Penck: Vergletscherung der deutschen Alpen, pag. 389.

<sup>4)</sup> Geikie: Class-book of Geology, 1886, pag. 93.

<sup>5)</sup> Penck: Vergletscherung der deutschen Alpen, pag. 203.

<sup>6)</sup> Nyt Mag. for Naturvidenskaberne, B. 21, pag. 259.

turmæssig maade. Den overfører fjeldet i andre former. Man vil gjenfinde det paa forskjellige steder: som erratiske blokke, som moræner, som bræslam og endelig kemisk opløst selv i det klareste vand. Hvad fantasien tænker sig udført i et øieblik, det bringer bræen gennem aartusinders forløb til virkelighed.

Jeg har anstillet endel undersøgelser for at kunne bestemme mængden af de bestanddele, der i fast og opløst tilstand udføres paa en sommerdag i nogle af Jotunfjeldenes bræelve. Ligeledes vedføier jeg bestemmelse af et par prøver fra Gjende og Juvvand. Inddampningen foretoges i porcelænskaaler, men for at intet fremmed stof skulde optages ved inddampningen, blev denne tilendebragt i platinaskaal.

Ligesom vandmængden saaledes er ogsaa slamgehalten meget variabel, og de samme faktorer, der bringer hin til at vokse eller aftage, øver en lignende indflydelse paa denne. Prøverne er hentede samtidig, som vandmængdebestemmelserne er udførte, altsaa under saadanne forhold, hvor jeg kunde gjøre regning paa at erholde en midlere værdi.

Faste og opløste bestanddele antal gram pr. kubikmeter.		
Memuruelven, nær Gjende, . . . . .	18 juli:	1391,3
Storaadøla, nær Gjende, . . . . .	22 — :	12,2
Visa, ved Spiterstulen, . . . . .	28 — :	547,3 <sup>1)</sup>
Visa, ved Spiterstulen, . . . . .	29 — :	35,7
Heilstuguaaen, ca. 300 m. fra bræen, 29 — :		48,3
Leira, ved Elvesæter. . . . .	2 august:	92,2
Bævra, tæt ovenfor Leira, . . . . .	3 — :	40,6

Ved at benytte de tidligere opførte vandmængdebestemmelser og de nu erholdte slammængdebestemmelser kan man anstille en beregning over de mængder af faste og opløste bestanddele, som vedkommende elve vil udføre paa en sommerdag.

Faste og opløste bestanddele! gr. pr. sekund kg. pr. døgn		
No. 1. Memuruelven . .	10574	913 583
No. 2. Storaadøla. . . .	42	3 584
No. 3. Visa. . . . .	9687	836 975
No. 4. Visa. . . . .	175	15 114
No. 5. Heilstuguaaen. .	82	7 094
No. 6. Leira . . . . .	378	32 661
No. 7. Bævra . . . . .	244	21 047

<sup>1)</sup> Om aftenen efter vedholdende regnvair hele dagen.

I denne sammenstilling tør det være, at no. 1 er relativt noget høiere end de andre, da denne maaling endnu tilhører den store smelttingsperiode i midten af juli maaned. De to maalinger, no. 3 og no. 4, viser, hvad en vedholdende regndag kan gjøre. Det kunde synes, professor Heim har ret, naar han siger: „—wer nur bei schönem Wetter im Gebirge herumsteigt, der kann mit Penck durch den momentanen oberflächlichen Augenschein zu dem Irrtum verleitet werden, dass unter den Gletschern eine viel intensivere Erosion stattfinde als in den nicht vergletscherten Gebieten. — Allein wer im Gebirge bei heftigem Regenwetter nicht unter Dach geblieben ist, kommt zu ganz anderen Schlüssen“ <sup>1)</sup>. Dette er dog kun tilsyneladende. Man maa klargjøre sig, hvad der egentlig finder sted. Nutidens bræer afleirer foruden grovere materiale ogsaa en hel del finere. Glacialt sand og ler dækker større strækninger. Langs elvene afleires bræslam. Lignende var forholdet ved fortidens bræer. Heftigt regn vil imidlertid udskylle og føre med sig en hel del af det saaledes afleirede finere materiale, og man har heri uden tvivl for en stor del at søge aarsagen til den uforholdsmæssig store tilvekst i bræelvenes slamgehalt ved indtrædende regnveir. Det er ikke min mening at paa-staa, at det rindende vand ingen eroderende evne har, men kun at hævde, at denne sammenlignet med isens er relativt ringe.

Fra Bævra og Visa kort før deres sammenløb ved Røisheim har jeg hentet to prøver:

Bævra,	20 august,	faste og opløste bestanddele,	gr. pr. m. <sup>3</sup> :	66,8
Visa,	20 — , — og — — ,	gr. pr. m. <sup>3</sup> :	26,2	

Paa samme sted omtrent har professor Helland, antagelig 1874, hentet to prøver:

Bævra,	31 juli,	faste og opløste bestanddele,	gr. pr. m. <sup>3</sup> :	32
Visa,	31 — , — og — — ,	gr. pr. m. <sup>3</sup> :	98 <sup>2)</sup>	

Anstilles en sammenligning mellem disse til to forskjellige tider udførte bestemmelser, saa vil det straks være iøinefaldende, hvorledes satsen om slamgehaltens sterke variation ogsaa lader sig udstrække til at gjælde om de forskjellige aar.

<sup>1)</sup> Heim: Handbuch der Gletscherkunde, pag. 364.

<sup>2)</sup> Geol. Förm. Förh. B. II, pag. 207.



De følgende to prøver fra Gjende og Juvvand er hentede nær overfladen:

Gjende, 18 juli, faste og opløste bestanddele, gr. pr. m.<sup>3</sup>: 29,0  
 Juvvand, 18 august, — og — — — , gr. pr. m.<sup>3</sup>: 11,0

Interessant kunde det nu være at se, hvormeget den gjen-nem brælvne udførte slammængde aarlig vil bidrage til jordoverfladens sænkning. Ved hjælp af de nu opførte bestemmelser kan en saadan beregning lade sig udføre for Galdhøtindpartiets vedkommende.

Galdhøtindpartiets overflade har jeg fundet at være 212,6 km.<sup>2</sup> Antages den aarlige nedbørmængde, der her bliver spørgs-maal om, at være en halv meter, saa vil dette give en aarlig vandmængde af 106 300 000 kubikmeter. Som en omtrentlig mid-delværdi af de foreliggende bestemmelser kan antages en slam-gehalt af 60 gram pr. kubikmeter. Dette leverer aarlig 6 378 000 kg. slam. Sættes nu almindelig stenvægt til 2,6, saa vil dette ud-gjøre 2453 kubikmeter sten. Hvad dette vil sige, vil man bedre kunne danne sig en forestilling om, naar man hører, det vil svare til en terningformet stenblok med omtrent 13½ meters sidekant. Fordeles den saaledes erholdte stenmasse paa den af sne og is dækkede overflade, der udgjør 45,1 km.<sup>2</sup>, saa vil man faa et stenlag af mægtighed 0,054 mm. Disse 0,054 milli-meter vil altsaa være den størrelse, der giver et udtryk for den paa grund af slamudførselen stedfindende aarlige sænk-ning af jordoverfladen. Om man imidlertid vilde benytte denne størrelse til beregning af de nuværende bræleiers alder, vilde man erholde et fuldstændig misvisende resultat. Thi jo læn-gere man gaar tilbage i tiden, jo mere man nærmer sig den egentlige istid, desto større bliver den aarlige vandmængde, og desto større bliver den tilsvarende slamgehalt. Det tal, man vilde have faaet ved den først paa pegede beregning, vilde derfor betydelig reduceres.

Jeg har ved beskrivelsen af de enkelte bræer paa flere steder omtalt, at der saavel i nærheden af bræerne som under disse viste sig tydelige spor til, at skarpkantede blokke maatte være sprængt løs fra det faste fjeld. Der kan rigtignok her reises indvending mod bræens direkte kraftvirkning, og man kunde søge aarsagen til dette fænomen i frysningen af det paa sprækker indtrængende vand. Men naar man gang paa

gang træffer det samme: udsprængning paa læsiden, altsaa netop paa det for bræen gunstigste sted, saa kan det ikke nægtes, at tanken let henledes paa en direkte kraftvirkning. Selv de forskere, der vil søge saa meget som mulig forklaret ved hjælp af frosset og rindende vand, maa vistnok indrømme, at bræen øver en stor virkning dels indirekte dels direkte, idet den dels begunstiger den nødvendige temperaturveksel og dels virker som en sterk exportør ligeoverfor de helt eller delvis løssprængte masser.

Saaledes som jeg har fundet de forskjellige erosionsfænomener udviklede ved Jotunfjeldenes bræer, er de et nyt bevis for berettigelsen af dr. Pencks udtalelse: „die norwegischen Gletscher — zeigen unmittelbar, wie heute noch die Gletscher erodiren“<sup>1)</sup>.

### Configuration.

Jotunfjeldene maa nærmest betragtes som et af dybe, trange dale gjennemskaaret høideplateau, hvorfra der hæver sig snart mere spidse snart mere kuppelformede tinder. For de engere fjeldpartier gjør desuden den karakteristiske botndannelse sig gjældende. Jeg vil her kun omtale nogle mere generelle træk, der staar i umiddelbar forbindelse med bræerne, da jeg haaber ved en senere leilighed at faa anledning til at behandle det interessante spørgsmaal om overfladens configuration mere udførlig.

Foruden de af Helland og Hertzberg tidligere optalte større botner<sup>2)</sup> findes i Jotunfjeldene en hel del mindre. Disse vender ogsaa fortrinsvis mod nord, og ved sit mærkelige forhold til de større er de af stor betydning ved studiet af botnernes dannelse. Disse mindre, om jeg saa vil sige disse primære, botner spiller ogsaa en væsentlig rolle, naar det bliver spørgsmaal om at forklare dannelsen af de saakaldte „heste“.

Jeg har før omtalt, at man som aarsag til fjeldets eienommelige form bliver nødt til at søge en anden end de kræfter, der staar i forbindelse med dets oprindelige dannelse.

<sup>1)</sup> Mitth. des Ver. für Erdk. zu Leipzig 1879, pag. 43.

<sup>2)</sup> Geol. Förm. Förh. B. II, pag. 293.

At saavel dalenes som botnernes dannelse i Jotunfjeldene tilhører en nyere tid end selve fjeldets dannelse, finder jeg tilstrækkelig bevist deri, at saavel de eruptive bergarters bænke som de sedimentære bergarters lag paa mangfoldige steder findes tvert gjennemskaarne. Naar professor Vogt finder, „at i Jotunfjeldene er gabbroen ofte paaafaldende stærkt gjennemsat af et sprækkesystem omtrent parallelt med overfladen“, saa er dette paa mange steder virkelig tilfældet netop paa grund af plateauformen, ja undtagelsesvis kan det endog være tilfældet i enkelte af de større dalfører; men naar han videre siger: „vi finder ikke, at dalene i nogen væsentlig grad er skaarne ned gennem bænkene“<sup>1)</sup>, saa kan dette ikke gjøres gjældende for Jotunfjeldenes vedkommende, hvor saavel bænke som lag i svagt bølgende stilling som regel er gjennemskaarne uden hensyn til de stratigrafiske forhold.

Atmosfæriernes, vandets og isens virksomhed bliver man altsaa nødt til at anse som den egentlige aarsag til den nuværende form af overfladen. Hvormeget enhver især af disse faktorer har udrettet, er det meget vanskelig for ikke at sige umulig at afgjøre.

Bræerne paatrykker imidlertid som før nævnt overfladen et eget præg, saa der altsaa er en mulighed for at kunne adskille deres virkning paa den ene side fra de øvrige denuderende kræfters indflydelse paa den anden. Ja denne adskillelse kunde relativt blive temmelig nøiagtig, hvis der ikke netop her gjorde sig gjældende et moment, der virker i høi grad hemmende. Dette bestaar i den vanskelighed, hvormed det er forbundet at kunne adskille, hvad forvitring i forbindelse med rindende vand har udrettet før istiden, og hvad bræerne udrettede under denne. Denne vanskelighed har ogsaa professorerne Helland<sup>2)</sup> og Brøgger<sup>3)</sup> specielt gjort opmærksom paa. Afgjørelsen af spørgsmaalet om bræernes bestemmende indflydelse ligeoverfor overfladens configuration vil ganske naturlig influeres af den enkelte forskers opfatning af isens eroderende evne.

Botnerne er det mest iøjnefaldende bevis for bræernes indflydelse ligeoverfor overfladens configuration. Botnernes

<sup>1)</sup> Geol. Förh. B. IV, pag. 444, 446

<sup>2)</sup> Poggendorff: Annalen der Physik und Chemie, R. 5, B. 26, pag. 560.

<sup>3)</sup> Nyt Mag. for Naturvidenskaberne, B. 30, pag. 227.



særegne form, deres særegne beliggenhed og den eiendommelighed, at de ofte inderst inde har et tjern, alt dette gjør, at man bliver nødt til at antage deres dannelse betinget af de bræer, der engang fyldte dem og endnu paa mangfoldige steder fortsætter sit arbeide. Professor Helland,<sup>1)</sup> hr. Lorange<sup>2)</sup> og hr. De Seue<sup>3)</sup> synes alle at tilskrive bræerne en indirekte indflydelse med hensyn til selve fjeldets udsprængning. Foruden at begunstige en temperaturvariation omkring nul bliver bræens indflydelse indskrænket til en exportørs. At disse to faktorer gjør sig gjældende i bræens arbeide, er indlysende. Om disse er de eneste, ja om disse er de vigtigste, vil jeg ved denne anledning lade ubesvaret. At der imidlertid mellem en bræ, der arbeider i en botn, og en bræ, der arbeider i en dal, skulde være en kvalitativ forskjel med hensyn til erosionsevne, vil jeg nødig tro. Jeg vil helst betragte forskjellen som kvantitativ og anse de skarpkantede blokke i de tomme botner som et fænomen af mere sekundær karakter. At skuringsstriber ikke findes, staar naturligvis i forbindelse med den i botnregionen stedfindende sterke forvitring.

Dalene viser ogsaa iøinefaldende mærker efter isens configurationsarbeide. Paa mange steder optræder moutonnerede kupper i dalbunden, og i denne selv findes paa flere steder veritable klippebassiner. Disse kan betragtes som et sikkert bevis for isens arbeide. Det er imidlertid ikke blot de enkelte dale og deres karakter, der beviser isens indflydelse, men denne gjør sig paa mange steder gjældende i selve dalenes gruppering, bestemmer saaledes ikke alene i detaljer, men endog i større træk paa flere steder overfladens form. Naar saaledes dr. Reusch finder: „at isskuringen ikke kan være afgjørende for de væsentlige træk ved landets form“<sup>4)</sup>, saa kan dette idetmindste ikke gjøres gjældende for Jotunfjeldenes vedkommende.

De større indsøer i Jotunfjeldene har jeg endnu ikke havt anledning til at undersøge i sin helhed. Mulig at der her gjør sig gjældende synklinale lagstillinger. Af de undersø-

1) Geol. Förn. Förh. B. II, pag. 349.

2) Geol. Görn. Förh. B. II, pag. 347.

3) De Seue: Le névé de Justedal et ses glaciers, Univ. prog. 1870, pag. 48, 49.

4) Reusch: Bømmeløen og Karmøen, pag. 347.



gelser, jeg allerede har anstillet, synes det imidlertid at fremgaa, at man har med veritable erosionsbassiner at gjøre: at nogle er klippebassiner i engere forstand, og at nogle er opdæmmede i de af bræerne frembragte indskjæringer i fjeldlegemet.

Naar jeg sammenfatter, hvad de nuværende bræer og hvad botner, dale og indsøer antyder, saa er jeg ikke et øieblik i tvivl om at søge aarsagen til Jotunfjeldenes nuværende configuration i en glacial og postglacial erosion af bræerne. Mulig at med hensyn til nogle af de større dalfører en preglacial configuration har gjort sig delvis gjældende.

### Bræernes udbredelse og alder.

Af Jotunfjeldenes forskellige bræpartier kjender jeg endnu kun Galdhøtindpartiet saaledes i sin helhed, at jeg har villet anstille en beregning over størrelsen af den brædækte overflade. Naar jeg for dettes vedkommende har fundet, at den af sne og is dækkede del skulde udgjøre mellem  $\frac{1}{4}$  og  $\frac{1}{5}$  af den hele overflade, saa er dette et forholdstal, som rimeligvis vil de blive endel formindsket, naar en beregning blev anstillet for Jotunfjeldene i sin helhed.

Jotunfjeldenes bræer har imidlertid tidligere havt en langt større udstrækning end nu. Skuringsstriber, roches moutonnées og erratiske blokke finder man paa mange steder langt udenfor de nuværende bræers grænser. Dalenes bund er paa mange steder rig paa levninger efter en ældre grundmoræne. Endelig findes i bræernes nærhed endemoræner, der skarpt markerer et bestemt afsnit i bræernes historie.

Spørgsmaalet om bræernes tilvekst eller aftagen har en mere umiddelbar interesse. Ved Grønlands, Islands og Alpernes bræer viser det sig, at nærliggende bræer i saa henseende kan opføre sig forskjellig. Et lignende træk vil man gjenfinde ved Justedalsbræen og Folgefonnen. For Sulitelmas vedkommende har dr. Svenonius paavist en aftagen af bræerne<sup>1)</sup>. Med hensyn til Norrbottens bræer siger den samme forsker: „den vigtiga frågan, huruvida snö- och ismassorna i dessa trakter

<sup>1)</sup> Geol. Förm. Förh. B. IV. pag. 23.

till- eller aftaga, låter sig ännu ej besvaras; somliga förhållanden synas antyda ett småningom skeende tilltagande, andra en minskning. Måhända är förhållandet olika vid olika jökelfält<sup>1)</sup>. Senere synes han dog at „komma till den skenbara motsägelsen, att glacierna minskas, ehuru klimatet försämras“<sup>2)</sup>. Det synes altsaa, at de mindre bræer paa den skandinaviske halvø viser et aftagende. Dette bekræftes end yderligere ved en undersøgelse af Jotunfjeldenes bræer. Disse viser et bestemt aftagende i den senere tid. Flere i Jotunheimen godt kjendte personer har bekræftet mit antagende i saa henseende. Amund Elvesæter, der er godt kjendt paa forskjellige steder i Jotunheimen, har meddelt mig, at i de sidste tredive aar har bræerne minket betydelig. Efter hans udtalelse gjælder den samme regel overalt i Jotunheimen. Saavidt jeg har havt anledning til at anstille undersøgelser, har jeg kun i Langedalsbræen fundet en undtagelse fra den almindelige regel om bræernes aftagen.

Naar man skal søge at bestemme den i en given tid stedfundne aftagen, saa støder man imidlertid paa store vanskeligheder. Først og fremst den, at der ikke toreligger nogen direkte undersøgelse af dette forhold. Heller ikke kan de, der har bekræftet mit antagende om en bestemt aftagen, angive dennes størrelse. At faa et begreb om denne kunde altsaa paa det nuværende standpunkt synes umulig.

Jeg vil imidlertid gjøre opmærksom paa et forhold. Betragter man „Map of the Glaciers of the Ymesfjeld“<sup>3)</sup>, som Forbes ved professor Munch's imødekommenhed har kunnet vedføie sit verk om Norge og dets bræer, saa vil man se, at Tveraabræen<sup>4)</sup> og Sveljenaasbræen<sup>5)</sup> her løber sammen og danmer en fælles brætunge. Dette forhold har jeg før gjort opmærksom paa og tillige omtalt en endemoræne, der markerer et bestemt afsnit i disse to bræers fælles historie. Det her nævnte kart synes at skrive sig fra samme original som „Kart over Kristians amt, blad II (1849) og blad III (1851),“ der med hensyn til de to nævnte bræer viser samme forhold.

<sup>1)</sup> Ymer, 1884, pag. 42.

<sup>2)</sup> Geol. Förm. Förh. B. VII, pag. 608.

<sup>3)</sup> Forbes: Norway and its Glaciers, pag. 225.

<sup>4)</sup> Paa kartet benævnt Styggebræen.

<sup>5)</sup> Paa kartet benævnt Svelnaasbræen.

Endskjøndt disse to amtskarter aldeles ikke er at stole paa med hensyn til terrainets detaljer, saa antager jeg, at man maa tillægge det her viste forhold nogen betydning, da dette træk er saa karakteristisk, at det neppe kan bero paa en feiltagelse. At de sidste halvhundrede aar for disse to bræer har frembragt en aftagen paa nogle hundrede meter, synes altsaa godtgjort. Skulde endelig den af Amund Elvesøter meddelte tradition angaaende Storbræen være at stole paa, saa skulde denne bræ i de sidste hundrede aar have aftaget omtrent tre hundrede meter.

Sandsynlig bliver det derfor, at den aftagen, der markeres ved afstanden mellem den yderste endemoræne og brækanten, er foregaaet i løbet af de sidste hundrede aar. At den imidlertid ikke er foregaaet ganske jævnt, antydes ved endemoræner, man undertiden finder nærmere brækanten.

Mægtigheden af Jotunfjeldenes bræer har jeg ikke havt anledning til at bestemme. At jeg paa Tveraabræen har maalt omtrent 30 meter, viser, at den ikke er ganske ubetydelig. Jeg finder det ikke usandsynlig, at man paa sine steder har den tredobbelte dybde, muligens mere. At imidlertid mægtigheden ogsaa har aftaget betydelig i den senere tid, antydes ved „Ufermoränen“, som man paa sine steder finder høit over de nuværende bræers overflade.

At saaledes bræerne aftager tiltrods for at klimabet virkelig synes at blive strengere, som navnlig vegetationsgrænsernes synken synes at antyde, kan ikke forklares paa anden maade end, at nutiden i modsætning til fortiden har en mindre aarlig nedbørmængde. Isbræerne er nemlig ikke at betragte blot som funktioner af de herskende temperaturforhold; de er meget mere afhængige af fugtighedsforholdene. Den nuværende tørre tid vil altsaa tiltrods for den lavere temperatur være bræerne ugunstig. Professor Blytt udtrykker det samme ved at sige: „mellem Regntider og Istider maa herske et Slægtskab“<sup>1)</sup>.

Interessant, men vanskelig at besvare, er spørgsmaalet, om Jotunfjeldenes nuværende bræer er den store istids descender, eller om de er at betragte som selvstændige, i sin oprindelse tilhørende en nyere tid.

---

<sup>1)</sup> Nyt Mag. for Naturvidenskaberne, B. 21 pag. 344.



For Justedalsbræens<sup>1)</sup> og Folgefonns<sup>2)</sup> vedkommende synes heller ikke dette spørgsmaal definitivt besvaret.

Undersøger man forholdene i Jotunfjeldenes centrale del noget nærmere, kan det ikke undgaa opmærksomheden, at man i egnene omkring Leirvand har at søge det centrum, hvorfra en tidligere, ældre bræbevægelse udgik.

Leirdalstjernene, Gravdalstjernene, Høgvageltjernene, Kirkegluptjernene og i midten Leirvand selv, alt minder fuldstændig om det fra nutidens botner saa vel kjendte fænomen. Og hvad er vel de omkring dette parti opragende tinder andet end rester af de fjelddrygge, der i en svunden tid dannede et helt botnsystems begrænsninger. Store bræer havde engang i tiden sit udspring fra dette centrum. Leirdalen, Utladalen, Storaadalen og Visdalen viser nu disse bræers tidligere løb. Men i disse dale udmunder en hel del mindre dale, der endnu for det meste danner eksisterende bræers leie, og hvis bund ligger høiere end hoveddalens. I bidalenes stilling til hoveddalen gjenfinder man overalt det samme træk: mod hoveddalens løb danner bidalen med denne en spids vinkel.

Dette kan ikke være blot en ren tilfældighed, men det maa have sin grund i forhold, der staar i forbindelse med disse dales dannelse.

Tænker man sig en isstrøm og paa begge sider af denne ismasser, der hviler paa et forholdsvis jevnt underlag, saa er det indlysende, at disse i sin anordning vil indflueres af den centrale isstrøm. At en saadan indvirkning virkelig maa have fundet sted, har saaledes dr. Högbom og dr. Svenonius paavist for den bottniske isstrøms vedkommende, den første ved studiet af skuringsstriber,<sup>3)</sup> den anden ved studiet af „åsar“<sup>4)</sup>. At en saadan indvirkning endnu den dag i dag finder sted, har man anledning til at iagttage, hvor laterale ismasser støder til en central isstrøm.

Dette forhold giver efter min mening en nøgle til forstaaelsen af den før nævnte gruppering af Jotunfjeldenes dale. Paa en tid, da de bræer, der havde sit leie i hoveddalen, ud-

<sup>1)</sup> De Seue: Le. névé de Justedal et ses glaciers, Univ. prog. 1870, pag. 49.

<sup>2)</sup> Sexe: Om Sneebræen Folgefon, Univ. prog. 1864, pag. 22.

<sup>3)</sup> Geol. Förm. Förh. B. V, pag. 625.

<sup>4)</sup> Geol. Förm. Förh. B. VII, pag. 717.



gjorde særskilte isstrømme, laa endnu de omgivende ismasser paa en forholdsvis jevn fjeldgrund. Den centrale isstrøm kunde derfor bestemme de omgivende ismassers anordning og i forbindelse dermed deres senere bevægelsesretning. Denne fremtræder nu i bidalenes retning. De i forbindelse med en hoveddal staaende bidale maa saaledes have en høiere liggende bund end denne ikke blot fordi, som professor Helland siger: „hvis den Bræ, der fylder en Sidedal, er meget mindre mægtig end den Bræ, der fylder Hoveddalen, da maa denne sidste antages at naa et større Dyb ved sin Erosion“<sup>1)</sup>, men ogsaa fordi, bidalenes bræer er af en nyere oprindelse. At saadanne centrale isstrømmes indflydelse har gjort sig gjældende, bekræftes ogsaa ved den eiendommelighed, at den før nævnte vinkel mellem hoveddal og bidal viser sig at være mere spids paa de steder, hvor man ifølge bræernes fordeling maatte vente det største pres, mindre spids derimod paa de steder, hvor man af samme grund maatte vente en mindre kraftindvirkning.

Naar saaledes de her omhandlede centrale isstrømme direkte tilhørte den sidste del af istiden, hvilket der ikke synes at være tvivl om, saa maa erosionen af de i Jotunfjeldene optrædende bidale tilhøre den postglaciale periode. De bræer, der eroderede disse dale, var altsaa direkte den store istids descendenter. Om det er disse, man nu træffer derinde mellem Jotunfjeldenes tinder, foreligger der for øieblikket intet direkte middel til at afgjøre. Var imidlertid de oprindelige bræer smeltede væk, saa maatte de nuværende have indtaget de forriges plads. Men da kan man sige med bestemthed, at lang tid hengik ikke mellem de oprindelige bræers hensmelten og de nuværende bræers dannelse. Dette bevises ved dalenes og botnernes udseende; de ser paa mange steder saa ny ud, som om de var dannede „igaar“.

Indirekte er der altsaa den største sandsynlighed tilstede for, at man i Jotunfjeldenes nuværende bræer virkelig gjenfinder rester af glacialtidens store isdække.

Naar man sætter sig ind i den tanke, der ligger til grund for de ord, dr. Penck har sat som motto paa sit „Gekrönte Preisschrift“: „Wie im Laufe eines Jahres die höheren Breiten

---

<sup>1)</sup> Öfvers. af K. Vetensk.-Akad. Förh. 1875, no. 4, pag. 19.

der Erde den Wechsel von Sommer- und Winterzeiten geniessen, so erlebt unser Planet in grossen Zeiträumen Sommer- und Winterperioden“, saa kunde man for den skandinaviske halvøs vedkommende sammenligne den nuværende tid med hine tørre, kolde dage i begyndelsen af mai, saadanne som de ofte indtræffer, efterat mildere aprildage har smeltet størsteparten af vinterens sne. Naar de tørre, kolde maidage er over, vil vaaren og sommeren udfolde hele sin skjønhed og pragt.

---

## Om *Grimmia Ryani* Limpr. in litt.

Med 1 Tavle.

Af

N. Bryhn.

---

Høsten 1890 hjembragte Kaurin og Ryan fra Jotunfjeldene en dem ubekjendt *Grimmia*, hvilken de sendte til Limpricht, der erklærede den for en sp. nov. og kaldte den *Grimmia Ryani*.

Nogen Beskrivelse af denne Plante foreligger endnu ikke fra Limprichts eller nogen andens Haand.

Det vilde være mindre heldigt, om denne Plante blev beskrevet under et nyt Navn og saaledes ikke blev opkaldt efter dens første Opdager. Og dette vilde meget let kunne ske, thi nu for Tiden er Norges bryologiske Undersøgelse fordelt paa langt flere Hænder end nogensinde før. *Grimmia Ryani* er allerede funden paa et nyt Voxested. Det haster altsaa med Beskrivelsen. Derfor har jeg, uagtet jeg selv hverken har opdaget Planten eller givet den Navn, vovet at publicere nedenfor staaende Beskrivelse.

---

Dioica. Cæspites magnos densos glauco-virides, inferne fusco-nigrescentes ad 3 cm. altos non cohærentes formans.

Caulis ad 0.15 mm. crassus, 1.5—3 cm. longus, gracilis, parce ramosus eradiculosus. Funiculus centralis diametro ad 0.018 mm. metiens non distinctus. Rete medullare cellulis pachydermicis flavis ædificatum.

Folia conferta siccitate spiraliter circa caulem imbricata eumque funiformem reddentia, humiditate erecto-patentia, 0.40, 0.50 mm. lata, 0.90—1.40 mm. longa, e basi ovata anguste lanceolata, infima parva et obtusa, superiora majora et subito in pilum hyalinum sublævem ad 0.60 mm. longum continua superne carinata.

Margines foliorum superne stratis duobus incrassatæ. Margo una foliorum e basi vel paululum supra basim ad medium folii late revolutum.

Nervus foliorum angustus, inferne 0.04 mm., superne 0.05 mm. crassus, in dorso folii parum prominens, excurrens, seriebus cellularum magnarum, quos indices basales vocamus, tribus parum distinctis. —

Cellulæ foliaries valde et sinuose incrassatæ, superne rotundato — quadratæ 0.006 — 0.008 mm. diametro metientes; in medio folio rectangulæ; in basi folii elongato — rectangulæ; per nervum lineares; series singula marginalis cellulis quadratis constructa, quarum cellulæ quatuor — sex infimæ hyalinæ sunt.

Folia perichætalia majora ad 2 mm. longa e basi spatulata anguste lanceolata, superne anguste hyaline marginata, pilosa pilis flexuosis parce et minute dentatis.

Seta 2.5 mm. longa, suberecta, flava, sinistrorsum torta. Vaginula et ochrea parvula adsunt.

Capsula parva, 0.44 mm. crassa et deoperculata 0.80 mm. longa, erecta, estriata, ovato-cylindrica, perexigue obliqua, fulva ore rubro.

Calyptra 1—1.1 mm. longa ad vel paululum infra marginem operculi producta, pallide canescens cucullata lobata.

Operculum 0.44 mm. altum e basi conica oblique rostratum, flavo-rubens margine lævi.

Annulus 0.04 mm. latus, difficile revolubilis, seriebus cellularum magnarum tribus compositus.

Cellulæ exothecii parum incrassatæ rotundato-rhomboidea, vel rotundato-pentagona. Stomata magna rara partis infimæ capsulæ.

Peristomium pallide flavidum dentibus 0.09 mm. altis et circiter 0.04 mm. latis ad tertiam partem infimam connatis. Dentes peristomii dense trabeculati trabeculis valde prominentibus et hic et illic lateraliter latitudinem dentium longe superan-



tibus, late lanceolati, obtusi, sicut præmorsi, apicibus irregulariter fenestratis et fissis, papillis minutissimis superne densissimis in medio sparsis inferne nullis.

Sporæ flavæ, 0.008—0.01, minute verruculosæ.

Paa Grund af hele Habitus og navnlig de spiralsnoede Blade er *Grimmia Ryani* nær beslægtet med *Grimmia torqvata* Hornsch. og *Grimmia funalis* (Schwgr.) Schimp.

*Grimmia torqvata* adskiller sig ved de smalere i tør Tilstand, mere eller mindre krusede med en meget kortere Haarspids forsynede Blade, der ved Midten er paa begge Sider ombøiede. Bladnerven er bredere og denne mangler aldrig de karakteristiske Yngleknopper. „Disse findes endog paa frugtbærende nordamerikanske Exemplarer“ (Kaurin in litt.). *Grimmia torqvata* har en meget længere (3—5 mm.) og tyndere Kapselstilk. „Peristomet hos *Grimmia torqvata* er meget flygtigt. Jeg forsøgte at faa se det paa Exemplarer, sendte fra Columbia College af Mrs. Britton og samlede i 1889 af John B. Leiberg ved Lake Pend d'Oreille (Idaho), men uagtet al anvendt Forsigtighed lykkedes det mig ikke.“ (Kaurin in litt.). Hos *Grimmia Ryani* er Peristomet, omend kort, dog fast og holdbart nok.

*Grimmia funalis* adskiller sig fra *Grimmia Ryani* ved de nedtil smalere Blade, hvis Kant (paa den ene Side) er ombøiet helt op, ved den kortere (1.6 mm.) stærkt bøiede Kapselstilk, ved den længere ikke ensidige Hætte, ved Kapsellaagets korte ikke skjæve Snabel, samt endelig ved de mere end dobbelt saa lange (0,23 mm.) og omtrent dobbelt saa brede (0.76 mm.) Peristomtænder, der er spidse og grovt papilløse helt ned.

*Grimmia Ryani* er opdaget i August 1890 af Fabrikbestyrer Ryan ved Leirungsboden paa Sydsiden af Gjendin i Jotunfjeldene, hvor den er samlet, i rigelige Exemplarer af Ryan og Kaurin saavel i 1890 som i 1891. Den voxer her „omtrent 1000 m. o. H. paa tørre Berge (Gabbro) meget almindelig i en halv norsk Mils Udstrækning paa begge Sider af Leirungsboden.“ (Kaurin i Brev af 1/6 92). Forrige Sommer (1891) samledes Planten af cand. real. E. Jørgensen ved Hængefos i Vestfjorddalen, Thelemarken. (Exemplr. mig velvillig meddelte af Kaurin).

Tavlens Fig.	1—3	: Bladformer	$^{50}/_1$ .
—	-	4—7	: Tversnit af Blade $^{300}/_1$ .
—	-	8	: Kapsel $^{50}/_1$ .
—	-	9—10	: Hætter $^{50}/_1$ .
—	-	11	: Fragment af Ringen. $^{300}/_1$ .
—	-	12	: Peristomtænder $^{300}/_1$ .
—	-	13	: Kapselhud med Stomata $^{300}/_1$ .

---

## Lidt om vegetationen ved Kaafjorden i Lyngen.

Af

E. Jørgensen.

---

Strøget omkring Kaafjorden i Lyngen er — saavidt vides — ikke undersøgt i botanisk henseende. Jeg havde isommer anledning til at botanisere der et par ugers tid og fandt — som man havde grund til at vente — en meget rig, arktisk flora. Desværre kunde jeg kun blive der et par uger, fra 10de juli og udover, en meget uheldig botanisertid, da sommeren ogsaa paa disse kanter iaar kom usædvanlig sent. Det vilde vistnok være heldigt, om disse trakter blev underkastet en nøiere undersøgelse; derfor har jeg her optegnet det meste af resultaterne til brug for andre botanikere, som kunde have anledning til at slaa sig ned paa de kanter.

Nogle bemærkninger om strøgets beliggenhed og almindelige udseende kunde maaske være paa sin plads.

Omtrent fra midten af Lyngenfjordens østre bred trænger en arm, Kaafjorden, omtr.  $1\frac{1}{2}$  mil ind i fjeldmassen. Fjordens retning er mod sydøst med et knæk i den indre del ved den fra syd fremspringende fjeldmasse Isavarre. Paa fjeldene omkring, som gaar op til en høide af 1000 à 1500 m. (enkelte høiere), ligger der aaret rundt temmelig store snemasser. Der findes derfor paa fjordens sider mange og stride smaaelver, som gjør passagen vanskelig paa land. Omtrent en sømil inde i fjorden trænger et forholdsvis stort dalføre, Manddalen, omtrent  $2\frac{1}{2}$  mil op mod syd, parallelt med Lyngenfjorden, hvor-

fra det skilles ved Nordnæsfjeldene. Af Manddalens omgivelser undersøgtes Nordnæsfjeldene ( $12/7$  og  $15/7$ ) Stuora Čokka (Storhammeren) paa dalens østside, omtrent  $1\frac{1}{2}$  mil inde i dalen ( $13/7$ ) samt et fjeld inderst i dalen paa dens østre side ( $18/7$ ) foruden partiet ved Manddalselvens udløb og stranden et stykke udover.

Fra bunden af fjorden gaar fjordsænkningens fortsættelse, Kaafjorddalen, op i sydøst omtr.  $1\frac{1}{2}$  mil (hvor skoven slutter). Her foretoges  $21/7$  en excursion til det indre Birtavarre indenfor dalbunden, senere  $27/7$  en tur længere ind til Guolašjavre, hvorfra Kaafjordelven kommer, ikke langt fra den finske grænse, samt  $23/7$  til Naskovarre paa dalens nordside, omtr.  $1\frac{1}{2}$  mil oppe fra fjordbunden, og videre over til Reisen. Desværre fik jeg ikke undersøgt de mere lovende nordskraaninger paa dalens sydside, da elvene i den tid, jeg var der, var usædvanlig store — det regnede saa godt som hele tiden — og efter finnernes udsagn umulige at passere, selv med hest.

Fjeldene paa begge sider af Kaafjorden og indover bestaar overalt af mere eller mindre løse skifere af den saakaldte Tromsø glimmerskifergruppe, fleresteds med indleirede kalkpartier, f. ex. i Nordnæsfjeldet. Ude ved fjorden og i den nedre del af dalførerne var fjeldsiderne vanskelig tilgængelige, medens de skarpe former længere inde mere og mere tabte sig. Her inderst i dalene fandtes den interessanteste vegetation, en mængde arktiske rariteter sammentrængte paa et forholdsvis lidet omraade. Saaledes inderst i Manddalen, hvor vegetationen var meget rig, men hvor jeg paa grund af uheldigt veir og tid kun fik gjort en overfladisk undersøgelse, og især nær rigsgrænsen indenfor Kaafjorddalen. Her ligger den før nævnte Guolašjavre (fiskesøen) i en høide af omtr. 800 m., henved 1 norsk mil længere inde end paa amtskartet angivet. (Munchs kart er i denne henseende noiagtigere). Omkring søen findes flere, temmelig lave, koller, der viste sig at have en meget interessant flora. Desværre var her sneen netop tinct væk og søen selv bedækket med is, da jeg var der, 27de juli. Man kan derfor vente at finde her adskillig mere, end jeg fandt, maaske ogsaa *Draba crassifolia*. Jeg kunde kun anvende en dag paa undersøgelsen herinde, da veiret dagene for var for daarligt. Vistnok forsøgte jeg ogsaa en gang tidligere at naa derind; men skodden var for tyk, saa jeg ikke fandt søen.



Jeg har her nedenfor optegnet alle de karplanter, jeg saa i Kaafjorden med Manddalen. Som nævnt kom jeg, da sneen netop var gaaet væk fra de nedre fjeldsider, hvorfor en hel del planter, som vistnok findes her, enten ikke bemærkedes eller var for lidet udviklede til at kunne bestemmes. I den øvre del af fjeldene laa endnu meget sne, der efter beboernes sigende hver sommer pleiede at smelte.

1. *Achillea Millefolium* L. alm. Ude ved kysten var den begyndt at blomstre  $10/7$ ; inde i dalen saaes den i fuldt flor  $18/7$ .
2. *Agrostis vulgaris* With. alm., i blomst  $10/7$ .
3. *Aira caespitosa* L. alm., i blomst  $10/7$ .
4. *Aira flexuosa* L.  $\beta$  *montana* (L.) Hornem. alm., i blomst  $10/7$ .
5. *Alchemilla alpina* L. alm., i blomst  $10/7$ .
6. *A. vulgaris* L. alm., i blomst  $10/7$ .
7. *Alnus incana* DC. alm.
8. *Alopecurus geniculatus* L., i blomst  $10/7$ .
9. *Alsine biflora* Wahlenb. nær Manddalselvens udløb omtr. 60 m. o. h. i blomst  $13/7$ , ellers paa fjeldene tem. alm.; inderst i Manddalen i blomst  $18/7$ .
10. *A. stricta* Wahlenb. paa grus inderst i Manddalen ved elven, med unge blomster  $18/7$ , og paa et fjeld sammesteds med gammel frugt.
11. *Andromeda hypnoides* L. Mangesteds paa fjeldene over birkegrænsen; inderst i Manddalen i blomst  $18/7$ .
12. *A. polifolia* L., i blomst  $10/7$ .
13. *A. tetragona* L. er paa disse kanter almindelig. Fandtes i mængde paa alle høiere fjelde ved Manddalen og Kaafjorden, hvor den viste sig omtrent ved birkegrænsen, til dels ogsaa i den øvre del af birkebeltet, f. ex. inde i Kaafjorddalen. Paa fjeldenes sydside — f. ex. paa Nasko-varre — blev den først almindelig over vidiegrænsen og dannede den væsentlige vegetation paa tørre, veirhaarde steder øverst paa fjeldene. Den fandtes almindelig over til Reisen og videre hele veien fra Sappen til Brændbugten i Kvænangen. Mellem Kvænangen og Alten var den endnu hyppig paa Kvænangensiden — især ved den saakaldte „Gammelgrube“ — medens den over mod Alten-siden var betydelig sjældnere. Jeg saa den ved fjeldstuen og øverst i Mattisdalen over birkegrænsen.

- Saaes i fuldt flor paa Nordnæsfjeldet over birkegrænsen <sup>12/7</sup>.
14. *Angelica silvestris* L. alm. inde i dalene, sparsommere ude ved kysten; med meget ung blomsterstand <sup>18/7</sup>.
  15. *Antennaria alpina* R. Br. ♀, alm. i blomst <sup>10/7</sup>.
  16. *A. carpathica* R. Br. paa fjeldene inderst i Manddalen (800 m.) og paa høiderne ved Guolašjavre (850 m.); begge steds over vidiegrænsen. Kun rodbladene fremkomne.
  17. *A. dioica* Gärtn. alm., i blomst <sup>10/7</sup>.
  18. *Anthoxanthum odoratum* L. alm., i blomst <sup>10/7</sup>.
  19. *Anthriscus silvestris* Hoffm. mangesteds, til den øvre del af birkebeltet; unge blomster <sup>15/7</sup>.
  20. *Arabis alpina* L. alm., især inderst i Manddalen, til høit over birkegrænsen: i blomst <sup>15/7</sup>.
  21. *A. hirsuta* Scop. inderst i Manddalen, omtr. 200 m. o. h., i blomst <sup>18/7</sup>.
  22. *Archangelica officinalis* Fr., endnu lidet udviklet.
  23. *Arctostaphylos alpina* Spreng. alm. paa fjeldene, for det meste med ung frugt; paa Stuora Čokka saaes <sup>13/7</sup> nogle endnu blomstrende exemplarer i en høide af 1100 m.
  24. *Armeria sibirica* Boiss. paa fjeldene inderst i Manddalen over vidiegrænsen, begyndt at blomstre <sup>18/7</sup>. Paa høiderne ved Guolašjavre i lavbeltet ikke sjelden, med meget unge og fjorgamle blomsterhoveder <sup>27/7</sup>. Synes ikke at trives ude ved kysten, men er vistnok ikke sjelden i det indre. Paa grund af det ugunstige veir (snefog) blev der ikke anledning til at se den mellem Reisen og Kvæningen; men jeg har før fundet den paa Slirovarre i Kvæningen. Den fandtes ligeledes ved „Gammelgruben“ mellem Kvæningen og Alten. I Reisen mangesteds, først fundet af prof. Blytt.
  25. *Arnica alpina* Olin. paa høiderne ved Guolašjavre, i lavbeltet, omtr. 810 m. Kun rodblade saaes, <sup>27/7</sup>. Bladene havde lugt omtrent som *Agrimonia odorata*.
  26. *Aspidium Lonchitis* Sw. ved birkegrænsen paa Nordnæsfjeldet; noget over birkegr. paa Stuora Čokka.
  27. *Asplenium Filix femina* Bernh. alm. A. viride Huds. synes at være sjelden her. Jeg saa den ikke i Kaafjord; derimod bemerkedes den i Reisen.

28. *Astragalus alpinus* L. tem. alm., især inderst i Manddalen, op til vidiegrænsen. Nede ved stranden i blomst <sup>10</sup>/<sub>7</sub>.
29. *Ariples* sp. paa stranden ved Manddalen. Ganske violet-rød, melet. For ung til at kunne bestemmes sikkert. Efter bladene at dømme en Form af *A. prostrata* Bouch.
30. *Azalea procumbens* L., massevegetation paa fjeldene ude ved søkanten; i fuldt flor høit oppe paa Nordnæsfjeldet <sup>12</sup>/<sub>7</sub>. Længere inde, f. ex. inderst inde i Manddalen, optraadte den langt sparsommere.
31. *Bartsia alpina* L. mængstedes, i blomst <sup>11</sup>/<sub>7</sub>.
32. *Betula nana* L. alm.
33. *B. odorata* Bechst. alm. Birkegrænsen laa paa Nordnæsfjeldets østside (ude ved Kaafjorden med det snedækkede Isavarre ret over i øst) i en høide af 400 m. Paa Stuora Çokka, længere inde i Manddalen, paa fjeldets vestside, omtr. 650 m. (paa det sted, hvor jeg gik op, fandtes 623 m., og der, jeg gik ned, 678 m.). Inderst i Manddalen paa fjeldenes østside laa birkegr. omtr. i en høide af 600 m. Ligeledes laa birkegr. usædvanlig høit paa Naskovares sydside (i den nedre del af Kaafjorddalen) og paa Çauçasvarres vestside i Reisendalen (sydøst for Sappen).
34. *Botrychium Lunaria* Sw. ved fjorden i Manddalen. Ligeledes inderst i dalen, men lidet udviklet; derfor usikker.
35. *Calamagrostis lapponica* Hartm. Almindelig i Kaafjorddalen og paa fjeldene indenfor, især fra birkegrænsen og opover; begyndt at blomstre <sup>27</sup>/<sub>7</sub>. Jeg har ikke noteret den for Manddalen. Den forekommer vist ogsaa her alm., men var endda for ung til at kunne bestemmes sikkert. Den var fremdeles almindelig fra øverst i Mattisdalen indenfor Kaafjord i Alten og ned til søen. Ligeledes alm. i Talvik.
36. *C. phragmitoides* Hartm. En endnu lidet udviklet calamagrostis var alm.; det var vistnok denne art.
37. *C. stricta* P. B. tem. alm., især inde i dalene. Blomstrende <sup>13</sup>/<sub>7</sub>.

Nedenfor Stuora Çokka og inderst i Manddalen fandtes en calamagrostis, der er nær beslægtet med *C. stricta*, men i udseende nærmest ser ud som en mellemting mellem *C. stricta* og *C. lapponica*. Den stemmer med beskrivelsen af *C. hyperborea* Lge i Flora Danica 1880 og ligner meget tegningen (t. 2942.). Afviger især fra *C. stricta* ved læn-



gere, tilspidsede yderagner; dog syntes der i denne henseende at forekomme overgangsformer. Desværre tog jeg kun faa eksemplarer, da jeg antog planten for en form af *stricta* (hvilket den maaske ogsaa er). Længden af snerpen viste sig paa et og samme eksemplar varierende.

38. *Caltha palustris* L. alm., i blomst 10/7. Paa Stuora Čokka høit over birkegr., men ikke blomstrende.
39. *Campanula rotundifolia* L., endnu ikke blomstrende, 10/7.
40. *C. uniflora* L. Paa en af høiderne ved Guolašjavre i lavbeltet; ikke endnu blomstrende, 27/7.
41. *Capsella bursa pastoris* Med. alm., i blomst 10/7.
42. *Cardamine bellidifolia* L. fra birkegrænsen og opover. Ved birkegr. i blomst 12/7.
43. *Carex alpina* Sw. tem. alm. fra nede ved fjorden til op mod birkegrænsen, med moden frugt (ogsaa blomstrende) 12/7.
44. *C. atrata* L. tem. alm. fra fjorden op til birkegr., med umoden frugt 11/7.

\**rectiuscula* Blytt inderst i Manddalen.

45. Paa fjeldet Stuora Čokka langt nede i birkebeltet, omtr. 300 m. o. h., fandtes en eiendommelig mellemform mellem *C. atrata* og *C. alpina*. Omkring voksede kun *C. alpina*. Jeg saa kun en, men stor og tæt tue, med mange blomstrende straa, hvoraf kun faa havde udviklede frugter. Lige ved fandtes tydelige overgange til *C. alpina*. Jeg fik det Indtryk, at planten var en bastard mellem de to nævnte arter, holdende paa at falde tilbage til *C. alpina*. Den afveg fra *C. alpina* især ved bredere og i forhold til straaene længere blade (straaene var forøvrig lave, lavere end hos de formodede stamarter), aflange smaaax, budtere frugter samt budtere dækskjæl, lidet kortere end frugterne.
46. *C. aquatilis* Wahlenb. Inde i dalene saaes en meget uudviklet *Carex*, der formodentlig var denne art.
47. *C. canescens* L. alm., i blomst og med frugt 10/7.
48. *C. capillaris* L. alm., op i lavbeltet. Nede ved fjorden med frugt 10/7.
49. *C. capitata* Soland. paa høiderne ved Guolašjavre, fjorgamle ax 27/7. Ogsaa Javreoaiivve i Reisen over vidiegrænsen.
50. *C. dioica* L. fleresteds, moden frugt 13/7.
51. *C. fuliginosa* Schkuhr \* *misandra* R. Br. Synes ikke at være sjelden her. Fandtes meget ung i vidiebeltet paa



Nordnæsfjeldet samt i vidiebeltet paa fjeldene inderst i Manddalen indtil op i lavbeltet (vel udviklede blomstrende eksemplarer 18/7. Ikke sjelden paa høiderne ved Guolašjavre ved vidiegrænsen og høiere (meget unge og fjorgamle ax 27/7). Fandtes ogsaa paa høiderne syd for den øvre del af Norjevagge (mellem fjeldet Gabrus i Reisen og Kaafjorddalen), i lavbeltet, lidet udviklet 29/7. Ikke sjelden i Reisen. I mængde paa Slirvarre vest for den indre del af Kvænangenfjorden. Fandtes fremdeles ved „Gammelgruben“ mellem Kvænangen og Alten. I Alten er den fundet flersteds.

Forskjellen mellem den norske *C. misandra* og den tyrolske *C. fuliginosa* er meget ubetydelig. En del eksemplarer fra Vasbotnfjeld i Talvik og fra Slirvarre i Kvænangen har ligesaa høi vækst som tyrolske eksemplarer og lige saa lange ax. Straaene er hos de norske ogsaa ofte rue optil; bladene paa tyrolske eksemplarer ofte lige saa krumme som paa de norske, dog som regel noget bredere.

52. *C. glareosa* Wahlenb. paa stranden ved Manddalen blomstrende 10/7.
53. *C. irrigua* Sm. alm., i blomst og med ung frugt 10/7.
54. *C. lagopina* Wahlenb. alm., især over birkegrænsen.
55. *C. loliacea* L. flersteds inde i Manddalen 100 à 200 m. o. h., med frugt 18/7.
56. *C. nardina* Fr. ikke saa sjelden paa høiderne ved Goulašjavre, i lavbeltet, 800 à 850 m. o. h., blomstrende 27/7. Den fandtes ogsaa mellem Guolašjavre og Kaafjorddalen. Store eksemplarer har rette blade og straa. Overalt hvor jeg har seet den, vokste den sammen med *C. pedata*, Saaledes ogsaa paa Fløifjeldet ved Tromsø.
57. *C. pallescens* L. Manddalen, m, fr. 12/7.
58. *C. parallela* Somf. paa fjeldene inderst i Manddalen. Her fandtes ogsaa forma androgyna Lang.
59. *C. pedata* Wahlenb. paa fjeldene inderst i Manddalen over vidiegrænsen; kun fjorgamle ax saaes 18/7. Ikke sjelden paa høiderne ved Guolašjavre, blomstrende 27/7. Fandtes ogsaa ved „Gammelgruben“ mellem Kvænangen og Alten, i vidiebeltet. Den er vistnok ikke sjelden paa hele strøget mellem Lyngen og Alten.
60. *C. Persoonii* Sieb. alm.

61. *C. rariflora* Sm. nær munden af Manddalselven omtr. 60 m. o. h., i frugt <sup>13</sup>/<sub>7</sub>.
62. *C. rigida* Good. alm. helt til toppen af fjeldene. Kun fjorgamle ax saaes.
63. *C. rotundata* Wahlenb. paa Nordnæsfjeldet i vidiebeltet og ved Guolašjavre over vidiegrænsen, med fjorgamle ax begge steder. Er vistnok tem. alm. paa disse kanter (og helt over til Alten); men da den uden ax ligner meget former af *Eriophorum angustifolium*, har jeg ikke turdet angive den for andre steder end de nævnte, hvor jeg saa fjorgamle frugter.
64. *C. rupestris* All. alm., fra langt nede i birkebeltet til toppen af fjeldene.
65. *C. salina* Wahlenb. paa stranden i Manddalen, endnu lidet udviklet.
66. *C. vaginata* Tausch. alm., i blomst <sup>10</sup>/<sub>7</sub>.  
Flere, her vistnok hyppige, carex-arter saaes endnu ikke saa udviklede, at de kunde bestemmes.
67. *Carum Carvi* L. alm., i blomst <sup>10</sup>/<sub>7</sub>. Saaes ogsaa med sterkt røde blomster.
68. *Cerastium alpinum* L. alm., i blomst <sup>10</sup>/<sub>7</sub>.  
Ogsaa var. *lanata* og var. *glabra* saaes fleresteds. Den sidste varietet er ikke sjelden i Finmarken (f. ex. ved Hammerfest og i Talvik) og vistnok heller ikke i Tromsø amt. *C. arcticum* Lge fandtes vistnok ved Guolašjavre; men de eksemplarer, jeg saa, var ikke vel bestembare endda.
69. *C. trigynum* Vill. mangesteds, men lidet udviklet. I den øvre del af birkebeltet paa Nordnæsfjeldet saaes blomstrende eksempl. <sup>15</sup>/<sub>7</sub>.
70. *C. vulgatum* L. mangesteds; begyndt at blomstre <sup>13</sup>/<sub>7</sub>.
71. *Chamaeorchis alpina* Rich. paa Birtavarre indenfor Kaafjorddalen i vidiebeltet, med unge blomster <sup>21</sup>/<sub>7</sub>.
72. *Cirsium heterophyllum* L. inde i Manddalen; unge kurve et par steder <sup>18</sup>/<sub>7</sub>.
73. *Comarum palustre* L. alm., men ikke endnu blomstrende.
74. *Corallorrhiza innata* R. Br. et par steder i Manddalen, nær fjorden, i blomst <sup>12</sup>/<sub>7</sub>.
75. *Cystopteris fragilis* Bernh. alm. Sporerne var endnu langt fra modne, saa de kunde ikke undersøges.

76. *C. montana Bernh.* ude ved kysten i birkebeltet paa Nordnæsfjeldet; inde i Manddalen tem. alm. omtr. fra midten af dalen indover, op paa fjeldene over birkegrænsen.
77. *Diapensia lapponica L.* alm. ved og over birkegr., i fuldt flor <sup>12/7</sup>. Forekom mængstedes i den øvre del af birkebeltet.
78. *Draba alpina L.* paa fjeldene inderst i Manddalen over vidiegrænsen, i blomst <sup>18/7</sup>.

Her saaes ogsaa en form med meget smalere og mindre rodblade, *glatte* stængler og blomsterstilke samt korte, brede skulper med meget kort griffel (skulperne glatte,  $4\frac{1}{2}$  mm. lange,  $2\frac{1}{2}$  brede). Den syntes at blomstre tidligere; jeg fandt kun frugtbærende eksemplarer. Et par individer havde ogsaa typisk klase (istedenfor halvskjerm).

Hovedarten fandtes ogsaa paa høiderne ved Guolašjavre noget over vidiegrænsen. Paa Javreoaivve i Reisen saaes den ogsaa langt nede i vidiebeltet.

79. *D. curtisiliqua Zett.* Paa et af fjeldene syd for den øvre del af Norjevagge (se no. 51) fandtes mellem stamarterne en tydelig bastard af *D. nivalis* Liljebl. og *D. lactea* Ad. med overgange til begge disse arter. Mange eksemplarer.
80. *D. hirta L.* ikke sjelden, blomstrende <sup>15/7</sup>.

En form. udpræget ved sin grove væxt og sine store, lidt gulagtige blomster — vistnok *D. hirta* b. *elatio*r A. Blytt og *D. \*incano-hirta* Hartm. (?), dog ikke af hybrid natur — fandtes i mængde paa fjeldene inderst i Manddalen, under og over vidiegrænsen, i blomst <sup>18/7</sup>. Fandtes ogsaa paa høiderne ved Guolašjavre.

81. *D. incana L.*, i blomst og med frugt <sup>18/7</sup>.
82. *D. nivalis* Liljebl. paa Birtavarre indenfor Kaafjorddalen i vidiebeltet og paa høiderne ved Guolašjavre i lavbeltet; blomster og frugt <sup>21/7</sup>.

I den øvre del af Norjevagge (se 79) i lavbeltet. Fandtes ogsaa paa Botkavarre \*) i Reisen fra lavt nede i vidiebeltet til vidiegrænsen.

---

\*) Prof. Blytt kalder dette fjeld Gakkavarre. Jeg har beholdt amtskartets navn, da det ligger over for det paa disse kanter bekendte sted Potka. Paa Sappen blev navnene for mig opgivne i overensstemmelse med amtskartet; beboerne har saaledes maaske flere navne paa fjeldene.

83. *D. lactea* Ad. er ikke sjelden paa disse kanter. Nordnæsfjeldet i vidiebeltet; paa fjeldene inderst i Manddalen mangesteds. Fleresteds paa høiderne ved Guolašjavre og paa høiderne øverst i Norjevagge (se 51). Som oftest over vidiegrænsen.
84. *Dryas octopetala* L. alm., fra birkegrænsen opover; i blomst <sup>12</sup>/<sub>7</sub>.
85. *Elyna spicata* Schrad. paa høiderne ved Guolašjavre og paa høiderne ved Norjevagge, beggesteds i lavbeltet, blomstrende <sup>27</sup>/<sub>7</sub>.
86. *Empetrum nigrum* L. alm.; massevegetation ude ved havet.
87. *Epilobium alpinum* L. mangesteds, men meget ung.  
De nærstaaende arter kunde ikke bestemmes (altfor unge).
88. *E. angustifolium* L. alm. i lavlandet, ikke endnu blomstrende.
89. *Equisetum arvense* L. alm.
90. *E. hiemale* L. i birkebeltet paa Stuora Čokka.
91. *E. palustre* L. alm.
92. *E. pratense* Ehrh. alm.
93. *E. scirpoides* Michx. paa fjeldene, f. ex. Nordnæsfjeldet.
94. *E. variegatum* Schleich. paa fjeldene, f. ex. Nordnæsfjeldet.
95. *Erigeron alpinus* L., med unge blomster <sup>10</sup>/<sub>7</sub>.
96. *E. politus* Fr. (*E. elongatus* Hartm., non Ledeb. sec. Nyman) i den indre del af Kaafjorddalen, i blomst <sup>21</sup>/<sub>7</sub>.
97. *E. uniflorus* L., i blomst <sup>10</sup>/<sub>7</sub>.
98. *Eriophorum alpinum* L. ude nær fjorden i Manddalen, med frugt <sup>11</sup>/<sub>7</sub>.
99. *E. angustifolium* Roth. alm., m. frugt <sup>10</sup>/<sub>7</sub>.
100. *E. capitatum* Host alm., med frugt <sup>10</sup>/<sub>7</sub>.
101. *E. vaginatum* L. tem. alm. til vidiegrænsen, med frugt <sup>10</sup>/<sub>7</sub>.
102. *Erysimum hieraciifolium* L. inderst i Manddalen (200 m. o. h.), i blomst <sup>18</sup>/<sub>7</sub>.
103. *Euphrasia officinalis* L. alm., i blomst <sup>10</sup>/<sub>7</sub>.
104. *Festuca ovina* L. alm., i blomst <sup>10</sup>/<sub>7</sub>.
105. *F. rubra* L. alm. paa stranden i Manddalen, i blomst <sup>10</sup>/<sub>7</sub>.
106. *Galeopsis Tetrahit* L. i Manddalen, lidet udviklet.
107. *Galium* sp., sandsynligvis trifidum L. et par steder i Manddalen. Exemplarerne er desværre komne bort, saa



jeg tør ikke bestemt paastaa, at det ikke kan have været en liden form af *G. palustre* L.

108. *Gentiana campestris* L. i Kaafjorddalen, med unge blomster <sup>27</sup>/<sub>7</sub>.
109. *G. involucrata* Rottb. tem. alm. i Kaafjorddalen, med unge blomster <sup>27</sup>/<sub>7</sub>. Jeg saa den først en af de sidste dage. Den er vistnok ogsaa almindelig ved Manddalen, men kommer sent frem.
110. *G. nivalis* L. mangesteds; i blomst ved munden af Manddalen <sup>13</sup>/<sub>7</sub>; kun 80 m. o. h.
111. *G. tenella* Rottb. i mængde paa græsmark i Kaafjorddalen ved Skatvold, med blomster <sup>28</sup>/<sub>7</sub>. Før saa jeg den ikke; denne art forekommer vist ogsaa i Manddalen, men var formodentlig ikke fremkommen.
112. *Geranium silvaticum* L. alm., i blomst <sup>10</sup>/<sub>7</sub>.
113. *Geum rivale* L., i blomst <sup>10</sup>/<sub>7</sub>.
114. *Glyceria maritima* Wahlb. paa stranden i Manddalen, i blomst <sup>11</sup>/<sub>7</sub>.
115. *Gnaphalium* sp., sandsynligvis norvegicum Gunn., paa Stuora Cokka og langt inde i Manddalen, beggesteds meget lidet fremkommen.
116. *Haloscias scoticum* Fr. paa stranden ved Manddalen, lidet udviklet <sup>11</sup>/<sub>7</sub>.
117. *Hieracium alpinum* L. alm., med unge kurve <sup>10</sup>/<sub>7</sub>.
118. *H. sp.*, formodentlig submurorum Lindeb., i birkebeltet paa Stuora Cokka, lidet udviklet <sup>13</sup>/<sub>7</sub>.
119. *H. murorum* L. saaes alm. i blomst <sup>21</sup>/<sub>7</sub> inde i Kaafjorddalen, i birkebeltet. Hieracium-arterne var endnu lidet fremkomne, derfor ubestemmelige.
120. *Hierochloa alpina* R. S. er paa disse kanter almindelig. Den fandtes paa alle (de undersøgte) høiere fjelde ved Manddalen og Kaafjorddalen. Ude nær søen viste den sig først i en større høide, omtrent ved vidiegrænsen, medens den inde i Kaafjorddalen optraadte ved birkegrænsen og paa Birtavarre indenfor dalen allerede i en høide af 300 m., adskillig nedenfor birkegr. (Her menes optraadte almindelig; enkelte individer kan forekomme ogsaa ellers lavt nede). Arten var ligeledes alm. mellem Kaafjord og Reisen samt paa hele plateauet mellem Reisen og Kvæningen. Saaledes saa jeg den flersteds

stikke op af nysneen mellem Reisen og Navetdalen, i den øvre Navetdal (i vidiebeltet) var den almindelig, og jeg saa den desuden paa Vasto Rassa og Sarves-  
 čokka, samt paa Slirovarre, hvor jeg ogsaa før har fundet den andensteds. Øst for Kvænangen synes den pludselig at blive sjelden. Jeg saa den ikke mellem Kvænangen og Alten.

- Var begyndt at blomstre  $13/7$  paa Stuora Čokka i en høide af omtr. 1100 m.; i fuldt flor paa Birtavarre  $21/7$ .
121. *H. borealis* R. S. var. *fragrans* (R. S.) i birkebeltet paa Stuora Čokka og langt inde i Manddalen alm. Ogsaa ved Guolašjavre. I blomst  $13/7$ .
  122. *Juncus alpinus* Vill. med unge blomster nær Manddals-  
 elvens udløb.
  123. *J. biglumis* L. fleresteds, i blomst  $11/7$  nede ved fjorden.
  124. *J. filiformis* L. alm., i blomst  $10/7$ .
  125. *J. trifidus* L. meg. alm. paa fjeldene; begyndt at blomstre ved birkegr.  $12/7$ .
  126. *J. triglumis* L. fleresteds, inde i Manddalen i blomst  $18/7$ .
  127. *J. sp.*, maaske *arcticus* Willd., paa høiderne ved Guolaš-  
 javre, lidet fremkommen.
  128. *Juniperus communis* L. alm.
  129. *Leontodon autumnale* L.  $\beta$  *Taraxaci* (L.) med unge kurve  
 $11/7$  nær fjorden i Manddalen.
  130. *Linnæa borealis* L. i birkeljerne i Manddalen, med unge  
 blomster  $13/7$ .
  131. *Luzula arcuata* (Wahlenb.). Den ægte *L. arcuata* saaes i  
 birkebeltet inderst i Manddalen, blomstrende  $18/7$ . Fore-  
 kommer vist ogsaa mangesteds.
  132. *L. campestris* DC. alm., i mange former, til høit over  
 vidiegrænsen, i blomst  $10/7$ . Varieteten *sudetica* (Willd.)  
 alm. paa fjeldene.
  133. *L. hyperborea* R. Br. alm. over birkegr., i blomst  $12/7$ .
  134. *L. parviflora* Desv. paa fugtige skiferhamre noget over  
 birkegr. paa Stuora Čokka, ikke endnu blomstrende  $13/7$ ;  
 i Manddalen nedenfor det indre Balkisvarre (150 m. o. h.)  
 med unge blomster  $18/7$ ; over vidiegrænsen paa fjeldene  
 inderst i Manddalen; i birkebeltet inderst i Kaafjord-  
 dalen, i fuldt flor  $27/7$ . Fandtes ogsaa ved birkegrænsen  
 øverst i Mattisdalen (mellem Kvænangen og Alten).

135. *L. pilosa* Willd. ikke sjelden i birkeljerne, med frugt <sup>13</sup>/<sub>7</sub>.
136. *L. spicata* DC. alm., i blomst og med frugt <sup>10</sup>/<sub>7</sub>.
137. *L. Wahlenbergii* Rupr. mængstedes paa fjeldene, meget unge eksemplarer og fjorgamle frugtbærende <sup>13</sup>/<sub>7</sub>. Mellem Kvæningen og Alten saaes den mængstedes; fra fjeldstuen (omtr. midtveis) og ned til Kaafjord i Alten tem. alm. I Talvik er den alm. Saaes nær Stranden ved Kjækan i Kvæningen i havets niveau. Ved Hammerfest findes den ogsaa lige ned til stranden. Synes f. ex. i Talvik, hvor den paa Vasbotnfjeld findes sammen med *L. parviflora*, at blomstre senere end denne.
138. *Lycopodium clavatum* L.
139. *L. alpinum* L. alm. over birkegr.
140. *L. annotinum* L.
141. *L. Selago* L. alm.
142. *Matricaria inodora* L. flæresteds i blomst <sup>10</sup>/<sub>7</sub>.
143. *Melampyrum pratense* L. i Kaafjorddalen, i blomst <sup>21</sup>/<sub>7</sub>.
144. *M. silvaticum* L. flæresteds, i blomst <sup>11</sup>/<sub>7</sub>.
145. *Melandrium silvestre* Røhl. alm., i blomst <sup>11</sup>/<sub>7</sub>.
146. *Melica nutans* L. alm., i blomst <sup>11</sup>/<sub>7</sub>.
147. *Menyanthes trifoliata* L. nær munden af Manddalselven, ikke endnu blomstrende <sup>11</sup>/<sub>7</sub>.
148. *Milium effusum* L. alm., begyndt at blomstre inde i Manddalen <sup>18</sup>/<sub>7</sub>.
149. *Montia fontana* L. alm., i blomst <sup>10</sup>/<sub>7</sub>.
150. *Mulgedium alpinum* Less. mængstedes i lerne, ikke endnu blomstrende.
151. *Myosotis silvatica* Hoffm. alm., i blomst <sup>11</sup>/<sub>7</sub>.
152. *Orchis maculata* L. med unge blomster <sup>11</sup>/<sub>7</sub>.
153. *Oxalis Acetosella* L., i blomst over birkegr. paa Nordnæsfjeldet <sup>15</sup>/<sub>7</sub>.
154. *Oxyria digyna* Campd. alm. i blomst <sup>10</sup>/<sub>7</sub>.
155. *Oxytropis lapponica* Gaud. i vidiebeltet paa Nordnæsfjeldet, med unge blomster <sup>15</sup>/<sub>7</sub>; i vidiebeltet paa fjeldene inderst i Manddalen, i blomst <sup>18</sup>/<sub>7</sub>.
156. *Paris quadrifolia* L. langt inde i Manddalen i mængde.
157. *Parnassia palustris* L. tem. alm., i blomst <sup>18</sup>/<sub>7</sub>.
158. *Pedicularis flammea* L. paa høiderne ved Guolasjavre i lavbeltet, i blomst <sup>27</sup>/<sub>7</sub>. Ligeledes i lavbeltet paa høiderne søndenfor den øvre del af Norjevagge (se no. 51).

Paa de inderste toppe af Javreoavve i Reisen fandtes den ogsaa i lavbeldet, begyndt at blomstre <sup>23</sup>/7.

159. *P. hirsuta* L. er her almindelig. Den fandtes paa alle høiere fjelde ved Manddalen og i Kaafjorddalen, hvor den paa fjeldenes øst- og nordside inderst i dalene fandtes allerede i den nedre del af vidiebeldet, medens den længere ude paa fjeldenes syd- og vestside først viste sig i en større høide. Saaledes saaes den paa Naskovarrs sydside først over vidiegrænsen og var alm. paa fjeldets top, omtr. 1000 m. o. h. Den var ligeledes alm. mellem Reisen og Kaafjorden og mellem Reisen og Kvænangen, f. ex. ved Bæcegel Haldi (i lavbeldet), paa Sarvesöokka (i vdiebeldet) og paa Slrovarre. Mellem Kvænangen og Alten fantes den ogsaa nogle steder paa Kvænangensiden, f. ex. ved „Gammelgruben“ og mellem denne og fjeldstuen; derimod saaes den ikke mellem fjeldstuen og Alten, hvor den uden tvivl er meget sjeldnere.

Begyndt at blomstre paa Stuora Öokka <sup>13</sup>/7.

160. *P. lapponica* L. alm., i blomst <sup>11</sup>/7.  
 161. *Petasites frigida* Fr., alm., inderst i Manddalen netop afblomstret <sup>18</sup>/7.  
 162. *Phaca frigida* L. mangesteds, steril over vidiegrænsen paa Nordnæsfjeldet; inde i Manddalen i blomst nedenfor det indre Balkisvarre og inderst i dalen, paa fjeldene her steril over vidiegrænsen <sup>18</sup>/7. Inderst i Kaafjorddalen i birkebeltet med unge blomster <sup>21</sup>/7.  
 163. *Phleum alpinum* L. alm.  
 164. *Phyllodoce cærulea* Bab. alm., i blomst <sup>11</sup>/7.  
 165. *Pinguicula alpina* L. alm., fra birkeljerne til over vidiegrænsen, i blomst <sup>18</sup>/7.  
 166. *P. vulgaris* L. alm., i blomst <sup>10</sup>/7, med en varietet med større lysere blomster.  
 167. *Pinus silvestris* L. forekommer enkeltvis inde i Manddalen.  
 168. *Plantago maritima* L. alm. paa stranden.  
 169. *Poa alpina* L. alm.  
 170. *P. annua* L. alm. paa stranden, i blomst <sup>11</sup>/7.  
 171. *P. cæsia* Sm. mangesteds, meget varierende. *P. laxa*? Hænke paa høiderne ved Guolašjavre, begyndt at blomstre <sup>27</sup>/7, i lavbeldet. Ung og usikker.



172. *P. nemoralis* L. i birkeljerne, i blomst <sup>11</sup>/<sub>7</sub>.
173. *P. pratensis* L. alm.
174. *Polygonum aviculare* L., i blomst paa stranden <sup>11</sup>/<sub>7</sub>.
175. *P. viviparum* L. alm., i blomst <sup>10</sup>/<sub>7</sub>.
176. *Polypodium Dryopteris* L. alm.
177. *P. Phegopteris* L.
178. *P. rhæticum* L. alm.
179. *P. vulgare* L.
180. *Polystichum spinulosum* DC. alm. Fleresteds saaes en form, der lignede \**dilatatum*, men var gulgrøn af farve.
181. *Potentilla Anserina* L., i blomst paa stranden <sup>11</sup>/<sub>7</sub>.
182. *P. nivea* L. paa skiferafsætter paa Nordnæsfjeldet, uden blomster <sup>15</sup>/<sub>7</sub>. Saaes ogsaa paa Botkavarre i Reisen i vidiebeltet og ved „Gammelgruben“ mellem Kvæningen og Alten.
183. *P. verna* L. alm. Underarten \**gelida* C. Mey. saaes fleresteds paa fjeldene inderst i Manddalen.
184. *Primula scotica* Hook. paa fjeldene inderst i Manddalen, i blomst <sup>18</sup>/<sub>7</sub>, og paa høiderne ved Guolašjavre; begge steds over vidiegrænsen.
185. *P. stricta* Hornem. inde i Kaafjorddalen i birkebeltet, netop afblomstret <sup>27</sup>/<sub>7</sub>.
186. *Prunus Padus* L. alm., i blomst <sup>10</sup>/<sub>7</sub>.
187. *Pyrola minor* L. alm.
188. *P. rotundifolia* L. inderst i Manddalen.
189. *P. secunda* L. fleresteds, uden blomster.
190. *Ranunculus acer* L. alm., i blomst <sup>10</sup>/<sub>7</sub>.
191. *R. auricomus* L. inde i Manddalen, i blomst <sup>18</sup>/<sub>7</sub>.
192. *R. glacialis* L. alm. over birkegrænsen, i blomst <sup>13</sup>/<sub>7</sub>.
193. *R. nivalis* L. alm. over birkegrænsen til toppen af fjeldene. Er almindelig i Lyngen — Reisen — Kvæningen — Alten (og videre). I Talvik ogsaa almindelig.
194. *R. pygmæus* Wahlenb. i blomst <sup>15</sup>/<sub>7</sub> høit oppe paa Nordnæsfjeldet.
195. *R. repens* L. alm., i blomst <sup>10</sup>/<sub>7</sub>.
196. *R. sulphureus* Soland. fleresteds omkring Guolašjavre, med udsprungne blomster <sup>27</sup>/<sub>7</sub>. Alm. især i lavbeltet mellem Reisen og Kaafjorden. Paa Čaučasvarre (øst for Reisendalen) i lavbeltet; maaske ogsaa ved Bæccegel Haldi (kun rodblade). Overalt saaes (indtil <sup>29</sup>/<sub>7</sub>) kun

blade og knopper, medens *R. nivalis* paa de samme steder stod i fuldt flor.

197. *Rhinanthus minor* Ehrh. alm., i blomst 10/7.
198. *Rhodiola rosea* L
199. *Rhododendron lapponicum* Wahlenb. er alm. paa disse kanter. Den fandtes fra birkegrænsen til op i lavbeltet overalt (hvor jeg var) paa fjeldene i Manddalen og i Kaafjorddalen samt mellem Kaafjorden og Reisen. Fremdeles findes den i Reisen og vistnok ogsaa mellem Reisen og Kvænangen; jeg saa den paa Slirøvarre nær Kvænangen og har ogsaa før fundet den andensteds paa fjeldet. Videre fandtes den mellem Kvænangen og Alten ved „Gammelgruben“. Den forekommer ogsaa i Alten fieresteds, f. ex i Talvik, mellem Talvik og Kaafjord og ved Kaafjord.

Paa Nordnæsfjeldet var den begyndt at blomstre 12/7; saaes endnu i blomst mellem Kvænangen og Alten 3/8.

200. *Ribes rubrum* L. langt inde i Manddalen, i blomst 18/7.
201. *Rubus Chamæmorus* L. alm., i blomst 15/7.
202. *R. idæus* L. alm.
203. *R. saxatilis* L. alm.
204. *Rumex Acetosa* L. alm., i blomst 10/7.
205. *R. Acetosella* L. paa sandmælerne ved Manddalselvns Udløb; en eiendommelig form med lange skeder og smale blade uden spydflige (dog med tydelig bredere bladplade). Forekom saaledes ogsaa ved Kaafjordelven.
206. *Rumex* sp., sandsynligvis *domesticus*, fieresteds; inde i Manddalen med meget unge blomster.
207. *Sagina nivalis* Fr. paa grus ved Manddalselven inderst i dalen (200 m. o. h.) samt paa et fjeld i nærheden, i blomst 18/7. Maaske ogsaa ved Guolašjavre, men usikker (altfor ung).
208. *S. nodosa* Fenzl. Manddalen nær stranden.
209. *Sagina* sp., formodentlig *saxatilis* Wimm., (og maaske *procumbens* (lidet udviklet, fieresteds.
210. *Salix glauca* L. alm.
211. *S. hastata* L. alm.
212. *S. herbacea* L. alm.
213. *S. lanata* L. alm.
214. *S. lapponum* L. alm.

215. *S. myrsinites* L. alm.
216. *S. nigricans* Sm. alm.
217. *S. polaris* Wahlenb. alm. paa fjeldene i Manddalen og Kaafjorden samt mellem Kaafjorden og Reisen.
218. *S. reticulata* L. mangesteds.  
 Paa Nordnæsfjeldet saaes i vidiebeltet flere steder hybride salix-former; men de var endnu for lidet udviklede til at kunne bestemmes. En liden busk, omtr. ved vidiegrænsen, syntes at være en bastard af *S. reticulata* og *S. lanata*.
219. *Saussurea alpina* DC. alm., ikke endnu blomstr.
220. *Saxifraga aizoides* L. alm., begyndt at blomstre 18/7 langt inde i Manddalen.
221. *S. caespitosa* L. alm., i blomst 10/7.
222. *S. cernua* L. alm., i blomst 15/7.
223. *S. Cotyledon* L. i den øvre del af birkebeltet paa Nordnæsfjeldet; kun rodblade, 15/7.
224. *S. hieraciifolia* W. K. paa fjeldene inderst i Manddalen fra birkegrænsen, hvor den forekom sparsomt, til op i lavbeltet; længst nede med helt udsprungne blomster 18/7. Fleresteds ved Guolasjavre, i lavbeltet, men her endnu lidet udviklet 27/7. Prof. Blytt fandt den ifjor paa Javreoaiivve i Reisen. Jeg saa den her mange steder i lavbeltet, langt indover mod Kaafjordsiden, men lidet udviklet 25/7.
225. *S. nivalis* L. alm., i blomst 10/7.
226. *S. nivalis* × *hieraciifolia*. Paa fjeldene inderst i Manddalen og paa en af de inderste toppe af Javreoaiivve i Reisen fandtes en saxifraga, som i udseende lignede en mellemform mellem *S. nivalis* og *S. hieraciifolia*, i hvis selskab den voxte. Paa Javreoaiivve saaes kun et exemplar; men som nævnt var ogsaa her saxifragaerne endnu lidet fremkomne. Paa det nævnte fjeld i Manddalen saaes flere individer, indbyrdes meget varierende, fra *S. hieraciifolia*, hvem de ligner mest, adskiller de sig ved større, lysere (brune) kronblade, der er lidt længere end bægerfligene og ved grovt tandede blade med kortere stilke og utydeligere spids eller budte blade. I levende tilstand viste de sig ogsaa meget forskellige fra *S. hieraciifolia* ved tynd, meget mindre stiv stængel.

Exemplaret fra Javreoaivve havde blade som *S. nivalis*, men lignede forøvrig i blomsterne mest *S. hieraciifolia*; paa dette eksemplar var de nedre blomster med sine stilke ikke kortere end dækbladene. Dækbladene som regel smalere end hos *S. hieraciifolia*. Varierede som nævnt meget, idet de snart i blomsterne, snart i stængelen eller bladene mindede om *S. nivalis*. Et individ fandtes (med hvide kronblade) som lignede *S. nivalis*, men havde axformet blomsterstand (de nedre blomster dog med tydelige stilke). Maaske var dette kun en form af *S. nivalis*.

227. *S. oppositifolia* L. alm. tildels afblomstret 11/7.
228. *S. stellaris* L. alm., i blomst 11/7.
229. *Scirpus cæspitosus* L. alm.
230. *S. pauciflorus* Lightf. paa stranden ved Manddalen, i blomst 11/7.
231. *Sedum annuum* L., i blomst 11/7.
232. *Selaginella spinulosa* A. Br. fleresteds.
233. *Sibbaldia procumbens* L. alm.
234. *Silene acaulis* L. alm.
235. *Solidago Virgaurea* L., med unge kurve 11/7.
236. *Sorbus Aucuparia* L. alm.
237. *Spergula arvensis* L., i blomst 13/7 ved Manddalselvens udløb.
238. *Spiræa Ulmaria* L., ikke blomstrende.
239. *Stellaria borealis* Bigel. fleresteds i birkeljerne, i blomst 13/7.
240. *S. crassifolia* Ehrh. alm. nær stranden, i blomst 11/7. Se no. 267.
241. *S. media* L. alm., i blomst 10/7.
242. *S. nemorum* L. fleresteds inde i Manddalen; begyndt at blomstre 18/7.
243. *Stenhammaria maritima* Rchb. paa stranden i Manddalen.
244. *Struthiopteris germanica* Willd. alm.
245. *Taraxacum officinale* Web. alm. i blomst 10/7.
246. *Thalictrum alpinum* L. alm., i blomst 10/7.
247. *Tofieldia borealis* Wahlenb. alm., begyndt at blomstre 10/7;
248. *Trientalis europæa* L. alm., i blomst 10/7.
249. *Triglochin palustre* L. alm., i blomst 10/7.
250. *Trisetum subspicatum* P. B. fleresteds; nær Manddalselvens udløb omtr. 60 m. o. h. i blomst 13/7.



251. *Trollius europæus* L. alm., i blomst 10/7.
  252. *Urtica urens* L. fleresteds.
  253. *Vaccinium Myrtillus* L. alm.
  254. *V. uliginosum* L. alm.
  255. *V. vitis idæa* L. alm.
  256. *Valeriana sambucifolia* Mik. i birkeljerne med unge blomster 15/7.
  257. *Veronica alpina* L. fleresteds, i blomst i birkebeltet 15/7.
  258. *V. saxatilis* Scop. nær munden af Manddalen omtr. 60 m. o. h., i blomst 13/7.
  259. *Vicia Cracca* L. Vistnok en form af denne, med faa og spredte smaablade, uden blomster, saaes i birkebeltet paa Nordnæsfjeldet.
  260. *Viola biflora* L. alm., i blomst 10/7.
  261. *V. canina* L., i blomst 10/7.
  262. *V. palustris* L., i blomst 12/7.
  263. *Viscaria alpina* Don. tem. alm., begyndt at blomstre 15/7.
  264. *Wahlbergella apetala* Fr. paa grus ved elven inderst i Manddalen 200 m. o. h., og paa fjeldene omkring i og over vidiebeltet, i blomst 18/7. Ogsaa paa høiderne ved Guolašjavre i lavbeltet, i blomst 27/7. (Forekommer ogsaa i Talvik paa sandige elvebredder ved Vasbotnelven).
  265. *Woodsia glabella* R. Br. paa Nordnæsfjeldet i vidiebeltets øvre del og paa fjeldene inderst i Manddalen over vidiegrænsen. Fandtes paa Botkavarre i Reisen i vidiebeltet og paa Javreoavve i lavbeltet. Saaes ogsaa paa Slirovarre i vidiebeltet.
  266. *W. hyperborea* R. Br. Manddalen.
  267. *Stellaria Friesiana* Ser. inde i Kaafjorddalen, i blomst 21/7.
  268. *Cerastium arcticum* Lge, paa sand ved elven i Kaafjorden.
- Af moser og levermoser har jeg vistnok ogsaa optegnet alle arter, jeg saa; men dels er fortegnelsen kun nogenlunde fuldstændig for Manddalen, dels har jeg ikke endnu rukkert at faa undersøgt alt det samlede nøiagtig. Jeg anfører derfor her kun, hvad der efter Hartmans flora er nye voksesteder.
1. *Hylocomium loreum* B. S. i birkebeltet paa Nordnæsfjeldet, omtr. 200 m. o. h., st. (= steril).
  2. *Hypnum palustre* Huds. c. fr. over birkegr. paa Nordnæsfjeldet.
  3. *H. rugosum* L. tem. alm. st., især høit oppe paa fjeldene.

4. *H. intermedium* Lindb. mangesteds, til høit op i vidiebeltet, st.
5. *H. revolvens* Sw. alm., til høit op i vidiebeltet, st.
6. *H. badium* Hartm. fleresteds st.
7. *H. Heufleri* Jur. i vidiebeltet, st.
8. *H. Bambergeri* Sch. ikke sjelden paa vaadt berg i vidiebeltet paa Nordnæsfjeldet, st.
9. *Brachythecium herjedalicum* Lindb. under skiferhamre over vidiegrænsen paa Nordnæsfjeldet, st.
10. *B. albicans* B. S. forma, st. nær Manddalen's munding.
11. *B. \* turgidum* Hartm fleresteds st. paa vaade steder i lavbeltet paa Nordnæsfjeldet.
12. *B. Starkei* Brid. fleresteds m. fr.
13. *Plagiothecium Mühlenbeckii* B. S. fleresteds, m. fr.
14. *Orthothecium chryseum* B. S. i mængde steril under lodrette skiferhamre paa Nordnæsfjeldet og paa fjeldene inderst i Manddalen. Med frugt paa Javreoavve i Reisen.
15. *Leucodon sciuroides* Schwägr. paa sten langt inde i Kaafjordalen, st.
16. *Lescuræa saxicola* Milde i mængde st., sparsomt m. fr. overst i birkebeltet paa Nordnæsfjeldet op for Manddalselv's udløb.
17. *Thuidium abietinum* B. S. mangesteds st. (gulbrun) paa Nordnæsfjeldet over vidiegrænsen.
18. *Myurella apiculata* B. S. steril i Manddalen.
19. *Oligotrichum hercynicum* Lam. mangesteds, m. fr.
20. *Timmia bavarica* Hessel. fleresteds, til over vidiegrænsen paa Nordnæsfjeldet, st.
21. *T. norvegica* Zett. paa Nordnæsfjeldet over vidiegrænsen, st.
22. *Mnium hymenophyllum* B. S. i mængde steril og ♂ under bratte skiferhamre paa Nordnæsfjeldet og paa fjeldene inderst i Manddalen.
23. *M. Blyttii* B. S. i mængde steril sammen med foreg.
24. *M. serratum* Brid. st. fleresteds.
25. *Dissodon Froelichianus* Grev. i vidiebeltet paa Nordnæsfjeldet, m. fr.
26. *D. splachnoides* Grev. inde i Manddalen, m. fr.
27. *Encalypta commutata* N. H. alm. paa Nordnæsfjeldet og paa fjeldene inderst i Manddalen, m. fr.
28. *Amphoridium Mougeotii* Sch. tem. alm. st.

Fig. 1.

$\frac{1}{25000}$

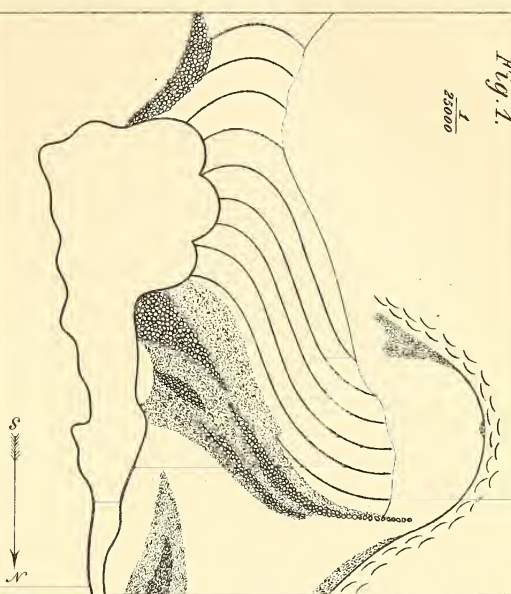


Fig. 2.

$\frac{1}{10000}$

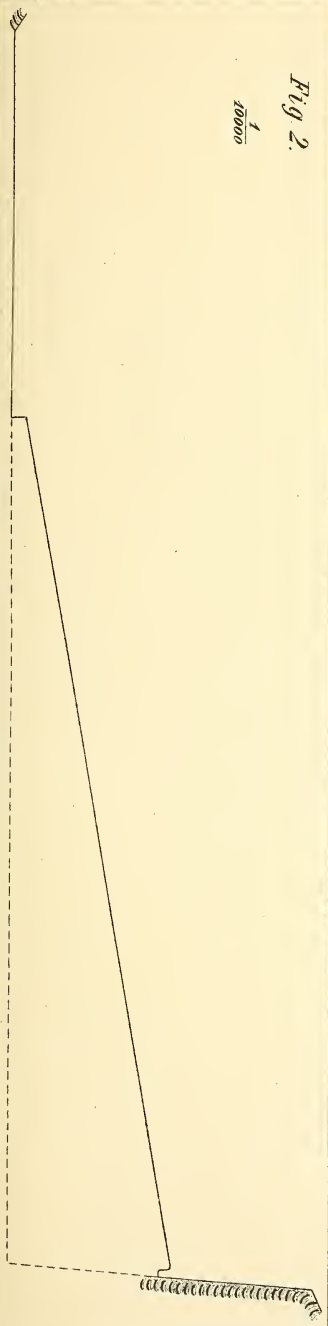


Fig. 3.

$\frac{1}{50}$

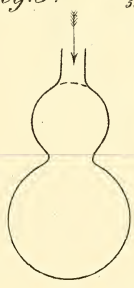


Fig. 5.

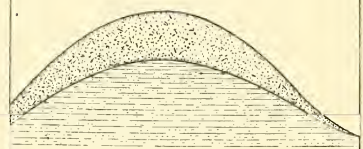
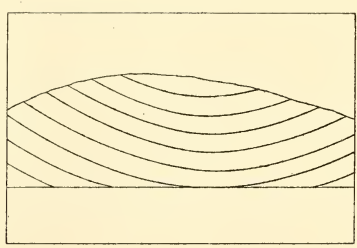
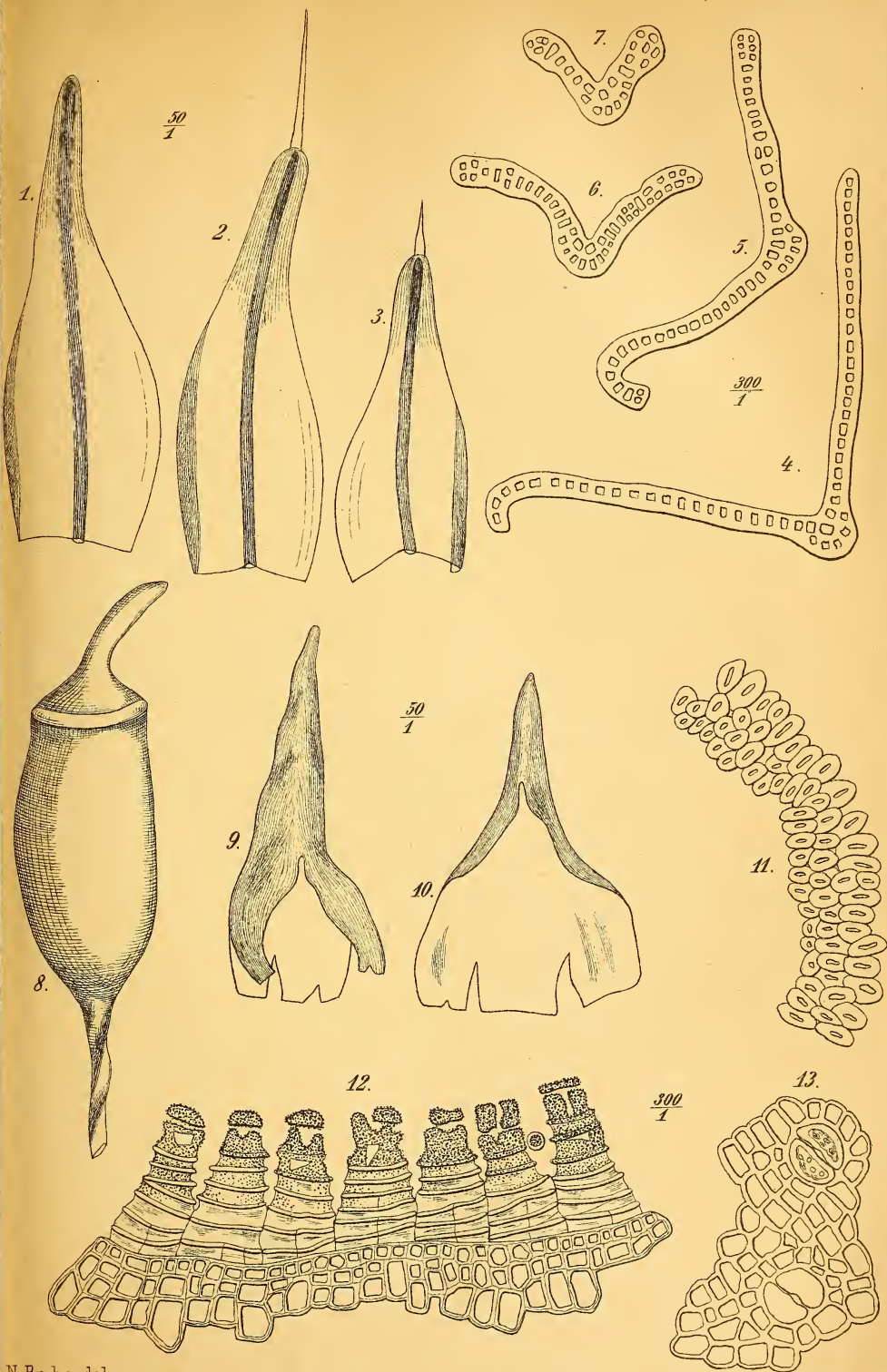


Fig. 4.









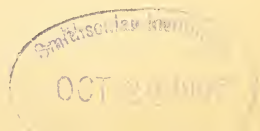


10.21.07

29. *Grimmia funalis* Sch. Nordnæsfjeldet st. paa sten i vidiebeltet.
30. *Leptotrichum glaucescens* Hpe fleresteds, fr.
31. *Stylostegium cæspiticium* B. S. paa Nordnæsfjeldet noget over vidiegrænsen paa fugtig skifer.
32. *Dicranodontium longirostre* B. S. ( $\beta$  alpinum) paa jord paa en bergafsats i birkebeltet nær udløbet af Manddalselven, st.
33. *Dicranella crispa* Sch. tem. alm., m. fr.
34. *Anoetangium compactum* Schwägr. inderst i Kaafjorddalen, i birkebeltet, st.
35. *Andreaea Blyttii* Sch. mellem Kaafjord og Javreoaivve i Reisen omtr 1100 m o. h., st
36. *Sphagnum Lindbergii* Sch. paa Stuora Čokka i vidiebeltet st.
37. *Gymnomitrium corallioides* Nees. mangesteds.
38. *Alicularia scalaris* C. tem. alm., m. fr.
39. *Scapania subalpina* Nees. paa fjeldene inderst i Manddalen, st.
40. *Jungermannia Taylori* Hook. inderst i Kaafjorddalen, st.
41. *J. alpestris* Schleich. alm., st.
42. *J. setiformis* Ehrh. mangesteds i mængde, st.
43. *J. polita* Nees. fleresteds, st.
44. *Cephalozia islandica* (Nees.) Lindb. fleresteds over birkegr., st.
45. *Harpanthus Flotowianus* Nees. i Kaafjorddalen, st.
46. *Fegatella conica* Rad. st. i Kaafjorddalen.
47. *Sauteria alpina* Nees over vidiegrænsen paa Nordnæsfjeldet m. fr.

Fra Kaafjorddalen fortsatte jeg over til Reisen og derfra videre over Čaučasvarre og den øvre del af Navetdalen til Kvæningen, men var saa uheldig at træffe snefok, som varede hele de 2 $\frac{1}{2}$  dage, vi var paa fjeldet. Overfarten var bleven udsat til de sidste dage af juli, netop forat jeg kunde have den bedste tid at anvende paa dette stykke, hvorefter jeg ventede mig meget efter tidligere erfaringer fra en reise i Kvæningen. Nu blev udbyttet naturligvis meget tarveligt. Forøvrig er Navetvuomme og Slirovarre undersøgte af forstmester Norman.

Ved Kjækan i Kvæningen; hvor jeg var en dag, fandtes en afvigende form af *Carex norvegica*, nærmende sig til C.



glareosa. Den voxte sammen med den sidste, men var vistnok ikke af hybrid natur. Beskrivelsen af den følger nedenfor.

Fra Kjækan reiste jeg videre over fjeldet til Kaatjord i Alten. Naar man er kommen op i høiden paa Kvænangensiden, omtrent ved den saakaldte Gammelgrube — en levning fra Altens kobberverk — træffer man løs skifer med en rig arktisk vegetation. Jeg kunde ikke stoppe her denne gang, da det gjaldt for mig at træffe dampskibet i Altenfjorden, saa jeg maatte nøie mig med, hvad jeg kunde observere i forbigaaende (paa grund af sneveiret var jeg en dag forsinket). Dette parti ved Gammelgruben, maaske helst i retning mod Baddern, anbefales til undersøgelse, om andre botanikere skulde passere her.

Fra Kaafjord i Alten reiste jeg om Talvik til Hammerfest, hvor jeg var en tur paa Melkøen. — Nedenfor har jeg opført en del iagttagelser fra den sidste del af reisen. Paa grund af forskellige omstændigheder blev det nærmest en recogno-sceringstur; men jeg faar maaske senere anledning til at udnytte mine erfaringer fra den.

1. *Allium sibiricum* L. saaes i Mattisdalen indenfor Kaafjord i Alten omtr.  $1\frac{1}{2}$  mil fra fjorden og i den øvre del af birkebeltet (omtr. 300 m. o. h.). I Talvik findes den i mængde langt fra havet; jeg har seet den nær Rundfjeldet omtr. 1 norsk mil fra fjorden og i den øvre del af birkebeltet (her voxte ogsaa *Anthyllis Vulncriaria* L.).
2. Paa Čaučasvarre i Reisen omtr. ved birkegrænsen fandtes, sammen med *Carex atrata* L. og *C. Buxbaumii* Wg. nogle faa individer, der ser ud som bastarder af disse 2 arter, dels nærmende sig den ene, dels den anden. Kun et exemplar haves, som er en tydelig mellemform; derfor har jeg ikke kunnet indlade mig paa nogen beskrivelse af bastarden.
3. *Carex halophila* Nyl. Se Fl. Dan. t. 2978. Denne udmerket smukke art fandtes i mængde nær stranden paa græsmark paa Melkøen ved Hammerfest. Ligner i udseende efter min mening ligesaa meget *C. maritima* som *C. salina*, men er høiere end begge. Udmerker sig blandt andet ved meget langstilkede nedre hunax, der henimod grunden er meget fjerntblomstrede; som regel sidder spredte hunblomster nedover stilken nedenfor det egent-



lige axes grund, hvorfor axene ser paaafaldeinde lange og tynde ud. Planten varierer forøvrig paa Melkøen meget. Axstilkene varierer fra oprette til lange, bueformig bøiede med hængende ax. Denne sidste form, som i udseende mindede meget om *C. maritima*, er aldeles forskjellig fra *C. cryptocarpa* Mey. (*C. filipendula* Drej), som blandt andet skiller sig ved tætblomstrede, forholdsvis korte ax.

Der forekom ogsaa alle mellemformer mellem hængende og oprette ax. Dækskjællene varierede meget selv paa et og samme individ og i samme ax (jeg saa dem aldrig saa regelmæssige som paa tegningen i Anderssons „Skandinaviens Cyperaceer“). Planten fra Melkøen stemmer fuldstændig overens med tegningen og Langes beskrivelse i *Flora Danica*, derimod ikke ganske med Anderssons i *Skand. Cyperac.*, hvor frugtgemmerne og dækskjællene er tegnede noget anderledes, og hvor axene nedtil er tætblomstrede. Nylanders beskrivelse kjender jeg ikke.

4. *Carex norvegica* Willd. Melkø ved Hammerfest. Ikke sjelden paa strandkanterne nordpaa. Paa stranden ved Kjækan i Kvænangen fandtes en form, som synes at fortjene et eget navn. Den nærmer sig i karakterer betydelig til *C. glareosa*, i hvis selskab den forekommer. Fandtes i rigelig mængde, men var lidet varierende, hvilket synes mig at tale mod, at den skulde være af hybrid natur. Pollen og frugter syntes vel udviklede.

\**glareosoides* n. ssp. Straaene fra en krybende rodstocke, slappe, bueformig opstigende eller næsten nedliggende, op til budt kantede og under axene undertiden rue, 12 à 16 cm. lange, bladede til henimod midten. De øvre blade paa straaene 1,5 mm. brede, naaende omtr. halvveis op til axene, mere eller mindre sammenfoldede til sammenrullede; de nedre blade fladere og lidt bredere. Det sammensatte ax med alm. 3, ofte 2 eller 4, smaaax, hvoraf det øverste, længste, kølleformet med ♂ — blomster ved grunden, de andre ♀ — blomstrede, omtr. 7 mm. lange, 4 mm. brede, alle tem. tætsiddende. Det nederste ax støttes af et dæklad, der i form og størrelse — selv paa et og samme eksemplar — varierer meget, fra rundagtigt med afrundet budt spids og temmelig bredt grønt midtparti, der forlænger sig til en meget ru braad,  $\frac{3}{4}$  af det sammensatte

axes længde, til bredt ægformigt, spidst, med smal ryg-nerve, udløbende i en meget kort, ru braad. Frugtgymerne konvexe paa udsiden, temmelig flade paa indsidene, mørkegrønne, især paa indsidene tydelig nervede, omtr. 1 mm. brede, 3,5 mm. lange, næsten lige afsmalnende i begge ender (hvorved de bliver næsten stilkede) med tydeligt, i spidsen udrandet eller tvetandet, paa siderne jævnt næb, der rager noget op over dækskjællene og har tydelig længdefure. Hunblomsternes dækskjæl bredt ægformede, budte, med nerve til spidsen og mere eller mindre bred, grøn ryg, ellers mørkebrune. Hanblomsternes med kortere og smalere nerve, afrundede i spidsen. Alle dækskjæl ofte lyst hindekantede.

Paa stranden ved Kjækan i Kvænangen med *C. glareosa* Wahlenb.

*C. glareosa* og *C. norvegica* forekommer ofte sammen, men synes efter min erfaring lidet tilbøielige til at danne bastarder. Jeg har ikke seet noget, som med grund kunde ansees for saadanne (med undtagelse maaske af et par enkeltvis forekommende individer, som saa temmelig forkomne ud).

5. *C. pseudohelvola* Kihlm. (= *C. canescens*  $\times$  *norvegica*) paa stranden ved Kjækan, lidet udviklet  $\frac{2}{8}$ , og paa stranden af Melkø ved Hammerfest (meget vakker og vel udviklet)  $\frac{8}{8}$ . Varierer meget. Er vist ikke sjelden nordpaa.
6. *C. subspathacea* Wormskj. Drej. Rev. Caric. boreal. paa stranden ved Kjækan (som  $\beta$  *curvata* Dr. l. c.).
7. Paa stranden ved Talvik forekommer en eiendommelig carex-form (jeg fandt den første gang 1886) som maaske fortjener et eget navn. Den har nærmest udseende af en liden salina-form, men har dækskjæl af form og farve som hos *maritima*, dog med kort udløbende braad. Axene oprette.

I det hele taget vil vist en undersøgelse af carex-arterne fra det nordlige Norges kyster give mange interessante resultater.

8. *Conioselinum tataricum* Fisch. Melkø ved Hammerfest, lidet udviklet  $\frac{8}{8}$ .
9. *Cochlearia anglica* L. Talvik paa stranden (smukke og udprægede eksemplarer).

10. *Erigeron rigidus* Fr. Se Fl. Dan. t. 2595. Fandtes ved Storvandet i Talvik sammen med *E. politus* Fr., i mange eksemplarer; kun den store, endestillede, kurv var fuldt udsprungen, de øvrige endnu lidet udviklede  $\frac{5}{8}$ . Beskrivelsen og tegningen i Flora Danica (*Erigeron acris* L. var.?) stemmer fuldstændig med eksemplarerne fra Talvik; kun er randkronerne meget mørkere, rødagtige (paa tegningen lilafarvede).
11. *Eriophorum russeolum* Fr. findes i Vasbotndalen indenfor Storvand i Talvik. Eksemplarerne store og kraftige; ulden svagt rødagtig. Jeg fandt den første gang der 1888.
12. *Gentiana serrata* Gunn. Kjækan i Kvænangen, Kaafjord i Alten, Melkø ved Hammerfest. Ved Lampe i Alten findes den paa sandblandet jord nær Altenelven, omtr.  $\frac{1}{2}$  mil fra fjorden.

---

Sammen med *Erigeron rigidus* vokser i Talvik de 2 sjeldne levermoser *Clevea hyalina* Lindb. c. fr. og *Duvalia pilosa* Lindb. c. fr. Talvik, især Vasbotnfjeldet er i det hele meget rigt paa sjeldne moser.

Endelig kan nævnes, at jeg paa opreisen fandt paa Fløifjeldet ved Tromsø *Orthothecium intricatum* B. S. c. fr. samt *Ptychodium plicatum* Sch. c. fr.

---

## Om Isskillets Bevægelse under Afsmeltningen af en Indlandsis.

Af

O. E. Schiotz.

I et Arbeide, der findes optaget i Nyt. Mag. f. Naturv. Bd. 32, „Om Merker efter Istiden og om Isskillet o. s. v.“, har jeg anført, at Isskillet, hvis det ikke faldt sammen med Vandskillet, under Afsmeltningen maa nærme sig mod dette. Da jeg kun løselig berørte Aarsagen hertil, l. c. pag. 261, vil jeg i det følgende søge at give en nærmere Udvikling. Som i det nævnte Arbeide vil jeg forudsætte, at den Landmasse, der dækkes af Indlandsisen, kan betragtes som et fra Vandskillet jevnt heldende Skraaplan, og at Ismassen under sin Bevægelse beholder Bredden uforandret, idet den alene bevæger sig opover eller nedover Skraaplanet. Lad i hosstaaende Tegning  $AB$  antyde et Snit af Landmassen og  $DCE$  af Isdækket, hvor  $C$  betegner Isskillets Beliggenhed.

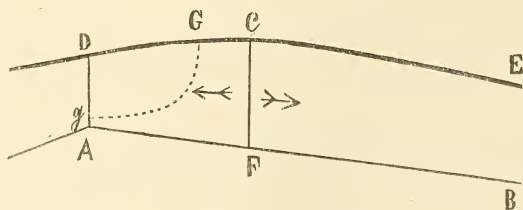


Fig. 1.

Da Isen under  $C$  befinder sig i Ro, kan det Tryk, Ismasserne tilhøre for Isskillet over, ikke frembringe nogen Virk-



ning paa Bevægelsen af de Ismasser, der befinder sig tilvenstre for Isskillet, og omvendt. Tænker vi os nemlig en Flade lagt gennem alle de Punkter under Isskillet, der befinder sig i Ro, saa vil Ismassernes Bevægelse til begge Sider af samme ikke i nogen Henseende forandres, om vi antager den nævnte Flade forvandlet til en fast, ugjennemtrængelig Væg. Men naar Væggen er ugjennemtrængelig, kan vi gjerne tage hele Ismassen, *CFEB*, nedenfor Isskillet væk uden at frygte for nogen Forandring i Bevægelsen af Ismassen, *CFAD*, ovenfor Isskillet. Saalænge Isskillet holder sig paa samme Sted, ser vi altsaa, at Ismassen, *CFEB*, nedenfor Isskillet ved sit Tryk alene hindrer Ismassen ovenfor samme fra at glide nedover, men frembringer forresten ingen Forandring i denne Ismasses Bevægelsestilstand. Denne maa selvfølgelig betinges af de øvrige Kræfter, der virker paa Ismassen, nemlig Tyngdekraften, Friktionen mod Underlaget og mellem Delene indbyrdes, samt Trykket af de bortenfor Vandskillet liggende Ismasser. Af disse Kræfter virker alene den første til at sætte Ismasserne i Bevægelse, de to andre er modstaaende Kræfter.

Vi vil først tænke os Isdækkets Tilstand stationær, saa at dets Tykkelse i Gjennemsnit holder sig uforandret fra det ene Aar til det andet trods den aarlige Tilgang paa Sne. Isaafald maa der aarlig gennem Tversnittet *DA* over Vandskillet bevæge sig ud en ligesaa stor Mængde Is, som den aarlige Tilgang oventil paa Strækningen mellem Isskillet og Vandskillet beløber sig til. Den Mængde Is, der bortsmelter nedentil paa Grund af den fra Jorden udstømmende Varme eller ved den af Friktionen udviklede Varme, er nemlig saa ringe, at vi her kan sætte den ganske ud af Betragtning<sup>1)</sup>. Det Arbejde, Tyngdekraften udfører i Aarets Løb under denne Bevægelse, kan vi bestemme paa følgende Maade.

Betragtes den aarlige Tilgang paa Sne, der falder paa en Fladeenhed af Indlandsisen f. Eks. ved *G*, saa vil denne i Aarets Løb synke ned og indtage den Plads, det foregaaende Aars Nedslag indtog ved Aarets Begyndelse, medens dette i sin Tur vil indtage sin Forgjængers Plads. Saaledes vil hvert Islag i Aarets Løb synke ned og indtage den Stilling, det til-

<sup>1)</sup> O. E. Schiøtz. „Das Schmelzen des Binneneises“. Chr. Vid.-Selsk. Forh. 1891.

svarende Lag fra foregaaende Aar indtog, indtil vi naar til (*g*) Tversnittet *DA*, der begrænser den af os betragtede Masse af Indlandsisen. Det Arbeide, som Tyngdekraften herunder udfører, er lig det Arbeide, der vilde blive udført, om det Nedslag, der i Aarets Løb samles paa Fladeenheden ved *G*, direkte sank ned til Stillingen *g*, hvor den betragtede Iskolonne skjærer Snittet *DA*. Det hele Arbeide, Tyngdekraften udfører aarligen i den betragtede Del af Indlandsisen, bliver følgelig lig det, der vilde blive udført, om den aarlige Tilførsel direkte sank fra Overfladen af Indlandsisen ned til de Steder af Tversnittet *DA*, hvor de forskellige Iskolonner udgaaende fra hver sin Fladeenhed af Overfladen udmunder. Var Hastigheden af Isen den samme i hele Tversnittet *DA*, vilde Resultatet blive det samme, som om hele denne Ismasse sank ned til et Punkt midtvejs mellem *D* og *A*. I den nedre Del af en Isbræ tiltager nu ifølge Observationerne Hastigheden fra Bunden af opover til Overfladen; med selve Indlandsisen maa det imidlertid forholde sig noget anderledes. Nærmest omkring Isskillet kan nemlig Ismasserne oventil alene synke ret ned; først i den nederste Del af Isdækket kan de bøje af og bevæge sig udover. Jo mere man fjerner sig fra Isskillet, desto høiere op i Isdækket begynder den udadgaaende Bevægelse af Ismasserne, indtil endelig ved Snelinien hele Isdækket er kommen i Bevægelse udad<sup>1)</sup>. Saaledes maa det forholde sig, naar Indlandsisens Tilstand er stationær; befinder den sig derimod i Afsmeltning, i hvilket Tilfælde Tilførselen ovenfor Snelinien er mindre end Tabet nedenfor samme, vil man allerede ovenfor Snelinien træffe det Sted, hvor den udadgaaende Bevægelse begynder i Overfladen.

I den her betragtede Del af Indlandsisen, der ligger mellem Isskillet og Vandskillet, kan vi nu antage, at Isen ialfald, naar den er paa sit høieste, kun i sin underste Del er i merkbar Bevægelse udad. Lad *AK*, se Fig. 2, være den *virksomme*<sup>2)</sup>

1) At der ikke er nogen merkbar Bevægelse paa Underlaget i Overfladen af en Indlandsis noget ovenfor Snelinien, viser saavel *Nansens* som *Pearys* Iagttagelser over Grønlandsisen; de mødte nemlig ingen Sprækker et Stykke indenfor Randen af Isdækket.

2) Med den *virksomme* Del af Tversnittet foreslaaes ment den Del af et Tversnit, hvori Isens Bevægelse foregaar tilnærmelsesvis parallelt Underlaget.

Del af Tversnittet  $AD$  gennem Vandskillet, saa bliver følgende Tyngdekraftens Arbeide lig det, der vilde blive udført, om hele den Mængde Is, hvortil den aarlige Tilførsel paa Strækningen  $DC$  beløber sig til, førtes fra Overfladen ned til et Punkt mellem  $A$  og  $K$ , hvilket vi for Simpelmheds Skyld og antagelig uden stor Feil kan sætte midtvejs mellem  $A$  og  $K$ . Er Vegten af den aarlige Tilførsel Is paa den omhandlede Strækning  $M$ , Indlandsisens Høide over Havet ved Isskillet og

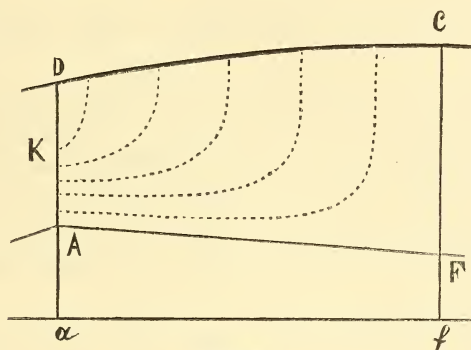


Fig. 2.

Vandskillet  $H_0$  og  $H_1$ , samt Vandskillets Høide over Havet  $h_1$  og Tykkelsen af det virksomme Tversnit  $AK$  lig  $b$ , saa kan vi sætte det af Tyngdekraften i Aarets Løb ydede Arbeide  $A$ :

$$A = M \left[ \frac{H_0 + H_1}{2} - \left( \frac{b}{2} + h_1 \right) \right]. \quad \text{I.}$$

Hvor stort Friktionsarbeidet er i samme Tid, kan man naturligvis ikke nøiagtig angive; men Friktionen maa ialfald paa hvert Sted være proportional med Trykket og kan derfor, da Isens Bevægelse er saa langsom, i hvert enkelt Tversnit sættes proportional med Mægtigheden af Indlandsisen samme-steds eller med  $H-h$ , naar  $H$  og  $h$  henholdsvis er Høiden over Havet af Isens Overflade og Bund i Tversnittet. Arbeidet af Friktionen er nu lig Produktet af Friktionen med Hastigheden ( $v$ ) gange den forløbne Tid ( $t$ ); vi kan følgende sætte Friktionsarbeidet  $F$  i den betragtede Del af Isdækket:

$$F = \int_0^l \mu k (H-h) dx \bar{v} t,$$

hvor  $l$  er den horizontale Afstand mellem Isskillet og Vandskillet,  $k$  en Konstant (lig Produktet af Isdækkets Bredde og Isens specifikke Vegt)  $\mu$  en Friktionskoefficient og  $\bar{v}$  en Middelværdi af Hastigheden i den virksomme Del af Tversnittet paa hvert enkelt Sted.  $H-h$  og  $\bar{v}$  er her Funktioner af Afstanden fra Isskillet  $x$ . Antager man, at Skjæringslinien mellem Vertikalplanet og Isdækkets Overflade er en Kurve af 2den Grad, kan man sætte:

$$H-h = (H_0-h_0) - (h_1-h_0) \frac{x}{l} - (H_0-H_1) \frac{x^2}{l^2},$$

hvor  $h_0$  er Høiden over Havet af Isdækkets Bund under Isskillet.  $\bar{v}$  forsvinder med  $x$ ; man kan derfor enten antage  $\bar{v} = \gamma x$  eller hellere  $\bar{v} = \gamma x^{\frac{1}{2}}$ , da den Mængde Is, der gaar gennem et Tversnit, eller  $b\bar{v}$  er proportional med  $x$ , hvor  $b$  er Tykkelsen af den virksomme Del af Tversnittet. Hvilken af disse Antagelser, man end benytter, saa vil man finde, at man kan sætte

$$F = p\mu k \bar{u} t [(H_1-h_1) + \alpha (H_0-H_1) + \beta (h_1-h_0)] l, \quad \text{II.}$$

hvor  $p$ ,  $\alpha$  og  $\beta$  er Brøker ikke meget forskellige fra  $\frac{1}{2}$ , og  $\bar{u}$  en Middelværdi for Hastigheden i Tversnittet  $DA$  gennem Vandskillet. Endelig har man Arbeidet  $T$  af de modstaaende Trykkræfter i Tversnittet  $DA$ . Dette kan efter det ovenstaaende sættes ligt

$$\begin{aligned} T &= \int_{h_1}^{h_1+b} k(H_1-h) u dh = k \left[ H_1 - \left( \frac{b}{2} + h_1 \right) \right] \bar{u} b t = \\ &= (1+\kappa) \left[ H_1 - \left( \frac{b}{2} + h_1 \right) \right] M, \quad \text{III.} \end{aligned}$$

hvor  $\bar{u}$  og  $k$  har samme Betydning som ovenfor, medens  $\kappa$  er en Konstant, der er meget liden.

Ovenfor er Indlandsisens Tilstand forudsat stationær; men de ovenstaaende Udtryk kan ogsaa anvendes for det Tilfælde, at Isen befinder sig i Afsmeltning. Hastigheden  $v$  og  $u$  holder sig da vel ikke længere konstante paa hvert enkelt Sted i Aarets Løb; men Variationerne foregaar naturligvis yderst langsomt, saa at man uden merkelig Feil for  $\bar{u}$  og  $\bar{v}$  kan sætte en gennemsnitlig Værdi af disse Middelhastigheder i Aarets



Løb. Desuden faar man for  $H'$ erne regne de tilsvarende Middel-høider i Aarets Løb og med  $M$  forstaa ikke alene den aarlige Tilførsel, men ogsaa den aarlige Formindskelse, som Isdækket fraregnet Afsmeltningen lider paa den omhandlede Strækning.

For stationær Tilstand har man  $A = F + T$ ; under Afsmeltningen kan derimod  $A$  være forskjellig fra  $F + T$ . Vi vil først tænke os, at Indlandsisen er saa mægtig, at den virksomme Del af Tversnittet over Vandskillet er betydelig mindre end Isdækkets Mægtighed sammesteds. Den Mængde Is,  $M$ , der i Aarets Løb strømmer over Vandskillet, og som er proportional med  $\bar{u}$ , vil isaafald alene afhænge af Hastigheden. Saalænge  $M$  holder sig nogenlunde uforandret under Afsmeltningen, forbliver altsaa ogsaa Hastigheden uforandret, og man vil da have  $A = F + T$ ; skal  $M$  vokse, maa Hastigheden vokse og  $A > F + T$ , medens derimod  $A < F + T$  for aftagende  $M$  og Hastighed.

Af de ovenfor udviklede Ligninger følger, at

$$A - T = \frac{H_0 - H_1}{2} M - \kappa \left[ H_1 - \left( \frac{b}{2} + h_1 \right) \right] M. \quad \text{IV.}$$

Da  $\kappa$  som nævnt er meget liden, og  $\frac{H_0 - H_1}{2}$  ligeledes maa være liden i Forhold til  $\left[ H_1 - \left( \frac{b}{2} + h_1 \right) \right]$ , saalænge Isdækket er mægtigt, saa sees heraf, at Friktionsarbeidet  $F$  under den stationære Tilstand, da det er lig  $A - T$ , kun kan være forholdsvis lidet i Sammenligning med Trykarbeidet  $T$ .

Da Høiden over Havet af Isdækkets Overflade formindskes ved Afsmeltningen, saa følger af de ovenstaaende Ligninger, at saavel Tyngdekraftens Arbeide  $A$  som Friktionsarbeidet  $F$  og Trykarbeidet  $T$  forringes, eftersom Afsmeltningen skrider frem. Skal nu  $M$  ikke vokse uafbrudt under Afsmeltningen, saa maa Isdækkets Mægtighed aftage raskest nærmest Isskillet. Aftog nemlig Mægtigheden ligemeget overalt, saa vilde ifølge Lig. IV  $A - T$  tilnærmelsesvis holde sig uforandret, da  $H_0 - H_1$  isaafald forbliver konstant, medens  $F$  vilde aftage. Var altsaa før Formindskelsen  $A = F + T$ , vilde man efter samme faa  $A > F + T$ . Dette vilde medføre, at Isens Hastighed forøgedes, hvorved  $M$  og Differensen  $A - (F + T)$  vilde bringes til at vokse i samme Forhold. Forskjellen mellem  $A$  og  $F + T$

vil følgelig stadig øges ved en jevn Aftagen af Isdækket; men da  $M$  rimeligvis ikke kan vokse uafbrudt, ledes vi til at antage, at Isdækket aftager raskest nærmest Isskillet. Isdækket maa altsaa under Afsmeltningen flade sig ud, idet Tilgangen oventil nu er mindre end Afgangen langs Randen.

Vi har ovenfor alene betragtet den Del af Isdækket, som ligger mellem Isskillet og Vandskillet. Sænkningen af Isskillets Høide betinges ikke alene af Ismassernes Afgang til den ene Side, men ogsaa til den anden. Er Afgangen nedover mod  $FB$ , Fig. 1, mindre end opover mod Vandskillet, saa kan og vil ogsaa Isskillet under denne Periode af Afsmeltningen fjerne sig fra Vandskillet. Herved vil Mængden af Is, der strømmer over Vandskillet øges, og derfor maa ogsaa Isens Hastighed tiltage, det vil sige, man maa have  $A > F + T$ . Dette lader sig forklare derved, at Formindsnelsen af Isskillets Høide  $H_0$  forringes, idet dette rykker bagover, siden Mægtigheden af Isdækket i det betragtede Tilfælde aftager mindre raskt paa den Del, der vender fra Vandskillet, end paa den her betragtede Del<sup>1)</sup>.

Er Isdækkets Mægtighed bleven saa ringe, at dets Tykkelse over Vandskillet er bleven lig eller mindre end Tykkelsen af det virksomme Tversnit, saa vil der indtræde en Forandring i Forholdene. Den over Vandskillet strømmende Ismasse  $M$  vil nu forringes, naar Mægtigheden aftager, selv om Hastigheden i Isen holder sig uforandret; skal  $M$  forblive konstant, maa Hastigheden tiltage, eftersom Tykkelsen over Vandskillet formindskes, idet hertil udkræves, at Tversnittet gange Middelhastigheden forbliver uforandret. Jeg vil her straks bemærke, at  $M$  ikke kan synke helt ned til Nul, saalænge Isskillet ikke falder sammen med Vandskillet, uden man antager, at Afsmeltningen paa Overfladen af Ismassen mellem disse Steder er større end det aarlige Nedslag i Form af Sne

<sup>1)</sup> En saadan Tilbagevigen af Isskillet under Afsmeltningen forudsætter, som det vil sees, at Afsmeltningen tiltager forholdsvis stærkest paa den Del af Ismassen, der vender mod Vandskillet. For den skandinaviske Indlandsis Vedkommende er en saadan Antagelse imidlertid lidet rimelig at gjøre; nutildags finder man nemlig alle betydeligere Bræmasser paa Vestsiden af Vandskillet, og der synes ingen Grund til at forudsætte, at *Forskjellen* mellem de klimatiske Forhold paa de to Sider af Vandskillet under Slutningen af Istiden har været væsentlig en anden end nu.

paa samme Strækning, det er, uden at antage, at Snelinien under Afsmeltningen rykker saa høit op, at den kommer over Indlandsisens Høidepunkt eller ialfald kommer til at ligge paa dens Overflade i Nærheden af dette. Hastigheden af Ismassen over Vandskillet kan derfor ikke uafbrudt vedblive at aftage eller holde sig uforandret, hvis Isskillet skal forblive liggende paa sin Plads. Naar den mindste Værdi for  $M$  er naaet, maa følgelig Hastigheden tiltage, eftersom Afsmeltningen skrider frem. Heraf kan man straks slutte, at Isskillet tilsidst maa rykke mod Vandskillet, da Hastigheden ikke stadig kan vedblive at vokse, idet Tversnittet formindskes. Vi vil imidlertid se lidt paa, hvad der i dette Tilfælde lader sig udlede af de givne Ligninger.

Da Ismasserne nu er i Bevægelse udover i hele Tversnittet over Vandskillet, saa maa man i Udtrykket for Tyngdekraftens Arbejde  $A$  og Trykarbeidet  $T$  sætte  $H_1 = h_1 + b$ ; Lig. I og III vil derfor gaa over til:

$$A = M \frac{H_0 - h_1}{2} \text{ og } T = M \frac{H_1 - h_1}{2}. \quad 1) \quad \text{Va.}$$

For Friktionsarbeidet faar man, naar erindres, at  $kutb = M$

$$F = p\mu Ml + p\mu Ml \frac{\alpha (H_0 - H_1) + \beta (h_1 - h_0)}{H_1 - h_1}. \quad \text{Vb.}$$

Aftager nu Høiderne  $H_0$  og  $H_1$  med  $\delta_0$  og  $\delta_1$ , saa vil Forskjellen mellem  $A$  og  $T$  undergaa følgende Forandring, hvis ogsaa  $M$  samtidig forandres med  $dM$

$$d(A - T) = M \frac{\delta_1 - \delta_0}{2} + \frac{dM}{M} (A - T). \quad \text{VIa.}$$

Forandringen af Friktionsarbeidet vil paa lignende Maade blive:

$$dF = p\mu Ml \frac{\alpha}{H_1 - h_1} \left[ \frac{H_0 - H_1}{H_1 - h_1} \delta_1 + \delta_1 - \delta_0 \right] + \frac{dM}{M} F. \quad \text{VIb.}$$

<sup>1)</sup> Da Hastigheden i Overfladen over Vandskillet nu ikke længere er 0, skulde de ovenstaaende Udtryk egentlig begge multipliceres med en Faktor lidt mindre end 1; men for den følgende Udvikling vil det ikke være af Betydning, om Faktoren sættes lig 1; en tilsvarende Feil gjøres desuden for Friktionsarbeidet.

Skal nu  $M$  holde sig uforandret under Afsmeltningen, det er  $dM = 0$ , saa maa Isens Hastighed tiltage, og vi maa derfor i hvert Fald have  $A - T > F$ . Skal dette kunne finde Sted, følger af de ovenstaaende Ligninger, at  $\delta_0 < \delta_1$ , eller at Isdækket maa aftage raskest over Vandskillet. Aftog nemlig Mægtigheden ligemeget overalt, eller var  $\delta_0 = \delta_1$ , saa vilde  $A - T$  forblive uforandret, naar  $dM = 0$ , medens  $F$  vilde vokse, idet isaafald  $d(A - T) = 0$ , medens  $dF$  blev positiv; var derimod  $\delta_0 > \delta_1$ , saa vilde  $A - T$  aftage raskere end  $F$ . I begge Tilfælde ser man altsaa, at  $A - T$  ikke vil vedblive at holde sig større end  $F$ .

Vi kommer altsaa til det Resultat, at skal  $M$  ikke synke under en vis endelig Værdi, saa maa under denne Periode af Afsmeltningen Isdækket synke raskere over Vandskillet end nærmest Isskillet, hvis man vil forudsætte, at dette ikke rykker ind imod Vandskillet. Herved vil, da  $\delta_0 < \delta_1$ , saavel  $A - T$  som  $F$  bringes til at vokse; men da det kun er det ene Led i  $F$ , som øges, saa vil i Begyndelsen  $A - T$  vokse raskere end end  $F$ , saa at man kan faa  $A - T > F$ . Eftersom Afsmeltningen skrider frem, vil imidlertid Forskjellen mellem  $A - T$  og  $F$  atter forringes, selv om  $\delta_0 < \delta_1$ ; af Lig. VIb sees nemlig, at Tilvæksten  $dF$  af Friktionsarbeidet stadig øges, idet Isdækkets Mægtighed  $H_1 - h_1$  forringes, medens Forskjellen  $H_0 - H_1$  under den givne Antagelse vokser. Naar derfor Mægtigheden har sunket ned til en vis Størrelse, vil Friktionsarbeidet  $F$  vokse saa sterkt, at det paany nærmer sig  $A - T$ ; Tilvæksten i Hastigheden vil derved forringes, saa at tilslut  $M$  kommer til at formindskes. Da der isaafald ikke kan føres saameget Is over Vandskillet, som der udkræves, for at Isskillet skal blive liggende uforandret, maa dette rykke mod Vandskillet, indtil den Mængde Is, Isdækket mellem Vandskillet og det ny Isskille taber, netop er lig den Mængde, som nu kan strømme over Vandskillet. Det, vi ovenfor har udviklet, gjælder naturligvis ogsaa for den ny Stilling af Isskillet; Bevægelsen af Isskillet maa derfor fortsættes uafbrudt, indtil det falder sammen med Vandskillet, hvorved  $M$  og følgelig  $A$ ,  $T$  og  $F$  bliver lig 0.

Den foregaaende Fremstilling forudsætter, som man ser, at  $M$  ikke kan synke ned til Nul, saalænge Isskillet ligger bag Vandskillet; det vil sige, den forudsætter, at Snegrænsen



under Afsmeltningen aldrig hæver sig over Vandskillet eller rettere til en Høide større end Indlandsisens Overflade over Vandskillet. Kan man derimod antage en saa stor Afsmeltning, man vil, paa selve Overfladen af Indlandsisen mellem Vandskillet og Isskillet, behøver dette ikke at rykke mod Vandskillet;  $A-T$  kan nemlig isaafald gjerne hele Tiden holde sig mindre end  $F$ ; den Is, der behøves bragt væk, kan strømme over Vandskillet i Form af Vand. Isskillet kan derfor holde sig bag Vandskillet lige til det sidste; herpaa har jeg ogsaa gjort opmærksom i den ovenfor nævnte Afhandling pag. 263 Anm.

At der imidlertid er yderst liden Sandsynlighed for, at Snegrænsen har hævet sig til en saadan Høide under Afsmeltningen af den skandinaviske Indlandsis, kan vi slutte af de lokale Bræer, hvorefter vore Fjelddale bærer talrige Merker. Disse maa nemlig have fyldt Dalene, efterat Indlandsisens Magt var brudt. For ikke at tale om de talrige Moræner i de høiestliggende Fjelddale kan her nævnes, at man finder mægtige Moræner i den øverste Del af Fæmundselvens Dalbund (l. c. pag. 253 og 264) og ligesaa talrige Moræner i den østenfor liggende Engerdal<sup>1</sup>). Disse Moræner skriver sig fra Isbræer, der har bevæget sig sydover i de nævnte Dalstrøg, og de forudsætter udstrakte Bræmasser længere mod N. langs Vandskillet, altsaa nordenfor den Strækning, hvor ifølge Dr. Andr. Hansen den sidste Rest af Indlandsisen skulde have ligget paa disse Steder. Vilde man nu antage, at Snegrænsen under Afsmeltningen hævedes over Indlandsisens Niveau, maatte man for at forklare Tilstedeværelsen af disse lokale Bræmasser efter Indlandsisens Slutning tænke sig, at Snegrænsen atter sænkede sig, saa at den endog kom til at ligge lavere end Vandskillet, og at den derpaa endelig paany hævede sig til den Høide, den har i Nutiden. At forudsætte saa betydelige Fluktuationer i Snegrænsens Beliggenhed under Afsmeltningen forekommer mig imidlertid saa lidet rimeligt, at man ikke kan antage dem uden særdeles tydelige Vidnesbyrd.

<sup>1</sup>) O. E. Schiøtz „Nogle Iagttagelser over Isens Bevægelse o. s. v.“  
Nyt Mag. for Naturv. Bd. 34, pag. 5.

## Om beliggenheten av bræskillet og forskellen mellem kyst- og kontinental-siden hos den skandinaviske storbræ.

Av

Andr. M. Hansen,

Dr. phil.

---

I en avhandling „Om seter eller strandlinjer i store høider over havet“<sup>1)</sup> har jeg søkt at vise, at en række fænomener i Øvre Østerdalen kun kan forklares ved at anta, at dalførene i slutten af istiden var avstængt søndentil av storbræen<sup>2)</sup>, og at det var i de lange indsjøer, som på denne måte dæmmedes op til vandskillenes nivå, „seterne“ dannedes som strandlinjer og de store sandmoer avsattes som terrasser. Seternes utbredelse gjorde det nødvendigt at anta, at denne sidste storbrærest må ha holdt sig i en betydelig afstand søndenfor vandskillet. — Jeg gjorde videre opmærksom på, at den store flytning av løse blokke opover dalførene, som var påvist for en del af det behandlede strøk av Hørbye, og som jeg selv kunde konstatere for andre dele, førte til den slutning, at den akse, hvorfra den sidste bræbevægelse utgik, må ha ligget

---

<sup>1)</sup> Archiv f. Mathem. og Naturvidenskab, B. 10, 1885.

<sup>2)</sup> I denne opsats vil bli benyttet de samme betegnelser som i Strandlinje-studier, smsteds, B. 14 og 15, 1890: Storbræ = indlandsis; proteroglacial = den første store kvartære istid; deuteroglacial = den sidste istid; epiglacial = den periode, da de øverste marine terrasser avsattes; postglacial = tiden efter denne periode; subglacial = den periode, der svarer til „den postglaciala sänkningen“ i Sverige.

omtrent i den avstand søndenfor vandskillet, som betegnes ved seternes sydgrænse, og at også en nøiere overveielse av de forhold, under hvilke storbræen smeltede væk, måtte føre til det resultat, at storbræen overalt i Norge måtte holdt sig længst ved sin oprindelige høideakse eller bræskillet. I mine „Strandlinje-studier“ optok jeg disse spørsmål pånyt, viste, hvorledes en række ældre og nyere iagttagelser foier sig utvungent ind i teorien, og gjorde opmærksom på endel uventede konsekvenser, der fulgte av dette mærkelige forhold under den postglaciale tid.

Efter den i disse avhandlinger udviklede opfatning av storbræens avsmeltningshistorie må samtlige overflate-geologiske forhold i en større del av Norge og Sverige sees fra et synspunkt, der avviker betydelig fra det tidligere antagne. Teorien har derfor en så stor rækkevidde, at det blir av ikke ringe geologisk interesse at få den nøiagtig prøvet, hvad der let må la sig gøre, da så mange naturforholde må stå i sammenhæng med bræskillets beliggenhet.

Hittil er der i literaturen kun fremkommet alvorligere indvendinger mot den fra to hold: professor *A. Blytt* har kriticeret den i en avhandling „Om to kalktufdannelser i Gudbrandsdalen med bemærkninger om vore fjelddales postglaciale geologi“<sup>1)</sup>, og professor *O. E. Schiøtz* især i to avhandlinger: „Om merker efter istiden og om isskillet i den østlige del av Hamar stift, samt om indlandsisens bevægelse“ og „Nogle iagttagelser over isens bevægelse i fjeldstrækningen østenfor Storsjøen i Rendalen“. En tredje avhandling: „Om isskillets bevægelse under avsmeltningen av en indlandsis“ har Schiøtz velvillig git mig anledning til at se i manuskript<sup>2)</sup>.

Jeg skal i det følgende først imøtegå den i disse arbeider fremsatte kritik av teorien og dernæst gi en utførligere fremstilling av årsakerne til storbræens avsmeltningssmåte og til

---

1) Chra. Vidensk. Selsk. Forhandlinger for 1892 No. 4.

2) De avhandlinger av Schiøtz, der her vil bli citeret, findes i *Nyt Magazin for Naturvidenskaberne*: „Sparagmit-kvarts-fjeldet i den østlige del av Hamar stift“, B. 27, 1883 (27, 154—216) og „Sparagmit-kvarts-fjeldet langs grænsen i Hamar stift og Herjedalen, B. 32, 1890 (32, 1—98). De tre førnævnte avhandlinger 33, 243—265; 33, 1—6 og *MS.*

den betydelige forskel mellem de to sider av storbræen som fremgår av så mange kendsgerninger.

### I. Prof. A. Blytts kritik.

Hvad Blytt har at indvende direkte mot teorien om, at den sidste storbræ-rest blev liggende langt søndenfor vandskillet, er egentlig kun en rent almindelig ført begrundelse for hans tilslutning til prof. Schiøtz's mening, at storbræ-resten måtte bli liggende netop over vandskillet. Schiøtz's teori kommer jeg senere til. Her vedkommer os kun de av Blytt anførte grunde (l. c. s. 37) for, at han finder Schiøtz's teori „naturligere“ end min. De kan samles således: Vi har har endnu „rester av landisen, Folgefon o. s. v. liggende langt i vest“ — og „Vore høieste fjeld er endnu de, som har mest sne og is“, mens der på „hine lavere fjeld østenfor vandskillet, hvor ifølge Hansen den sidste brærest skal ha ligget, findes kun lidet evig sne og is og ikke spor av jøkler“.

Det er ganske vist så, at vi nutildags kun har jøkler på vestkysten og i vore høieste fjeld. Men netop disse høieste fjeld viser ved sine tinder, sine botner og sine svære urer og ved mangelen på fremmede blokke, at de har ligget *over* storbræen som nunataker. At vi fremdeles har lokale bræer der, siger derfor hverken fra eller til om, hvorledes den lavere storbræ på fjeldmarken nedenfor smeltede av. For den måtte dens egne høideforhold være de avgørende. Videre — det forhold Blytt nævner, at de nuværende bræer, Folgefon, Jostedalsbræen, Svartisen o. s. v. ligger „langt i vest på de høie fjeld, som først tar imot havvindene og bringer dem til at gi slip på sin fugtighed“, må ha gjort sig gældende også under den deuteroglaciale tid. Det høie alpeforland med sine talrige bræer mot det varme Atlanterhav må ha utfældt det meste av nedbøren da som nu, og det *før* man kommer til storbræens egentlige sammenhængende *vestkant*. Ti som påvist i Strandlinje-studier (St.st. s. 103) — og senere skal forklares nærmere — nådde den deuteroglaciale storbræes jøkler blot frem til bunden av de lange fjorde. Foran *sydostsiden* af storbræen ligger derimot kun et meget lavt og smalt forland. Her tar storbræen *selv* mot havvindene, driver dem opover og avkøler



dem og mottar derfor selv næsten hele deres fugtighet. Den almindelige analogi, Blytt søker at hente fra nutidens bræer, der ligger over eller utenfor den deuteroglaciale storbræs område, er derfor ingenlunde bevisende for storbræens egne forhold — og argumentet fra nedbørsforholdene vendes med lethet *mot* hans egen opfatning.

Jeg kan derfor ikke tillægge Blytts kun således begrundede almindelige mening om, hvor det er naturligst at tænke sig storbræ-resten liggende, synderlig værdi likeoverfor bestemte kendsgerninger. Av større interesse for spørsmålets løsning er derimot de forsøk, han gør på at forklare seterne og de høie indlandsterrasser uten at ta sin tilflugt til setesjøer, opdæmnet av storbræ-resten. Motstanderne av „setesjøteorien“ (der forutsætter storbræen som dam) påligger det klarlig som pligt at påvise en anden oprindelse for disse dannelser, hvis form, høideforhold og utbredelse forklares så utvungent efter denne. Før dette er lykkedes, kan den ikke siges at være motbevist, så længe står den som eneste mulige forklaring av en lang række kendsgerninger.

For **seternes** vedkommende slutter Blytt sig væsentlig til *J. Melvins* teori<sup>1)</sup>, at de er et slags sidemoræner, dannet av morænegrus og fjeldras, der er samlet op og delvis sortert af vand mellem kanten av fladtliggende bræer og den tilstødende fjeldside. Denne forklaring kan tænkes opstillet for de korte „parallel roads“ i Lochaber, men anvendt på de norske seter fører den til rent umulige antagelser<sup>2)</sup>.

Seterne i Gudbrandsdalen, Glomdalen, Rendalen o. s. v. ligger i sammenhengende linjer, der stiger svakt sydover. De jøkeltunger, langs hvilke de skulde være dannet som sidemoræner, kan tænkes enten at komme fra lokale bræer eller fra storbræen. Hvilke konsekvenser den første antagelse må føre til, skal jeg senere vise likeoverfor et par av Blytt opstillede eksempler. Den anden antagelse, som ligger nærmere, når det gælder så store bræer, som seternes høide og længde fordrer, er, at disse jøkeltunger tilhørte selve storbræen under avsmeltningen, da den altså efter Schiøtz's, af Blytt tiltrådte mening var på tilbaketog mot vandskillet.

1) Transactions Edinb. geol. soc. Vol. 5. 1885.

2) Sml. Str.-st. s. 33—34.

I begge tilfælde må imidlertid jøkeltungerne antas at ha gått ned gjennom dalene, sydover, og efter seternes høider må de isåfald *tilta* i tykkelse efterhvert, som de nærmer sig sit endepunkt. Og denne tiltagen i høide utover måtte svare ikke alene til setelinjens stigning men også til dalbundens fald sydover. Gudbrandsdalsbræen skulde således i Lesje være bare 110 m. mægtig, nær sin ende i Fron derimot 4 gange så mægtig, Glomdalens ved Os 60 m., ved Atna, 110 kilom. utenfor, ca. 240 m. o. s. v. Make til slike jøkeltunger 100—150 km. lange, 2—3 km. brede, der vokser ut mot enden fra 60 til 240 m. eller 110 til 460 m. kendes ikke nu for tiden, og man kan vel trygt sige, har umulig kunnet eksistere. — Hvis man vil undgå denne vanskelighet ved at sige, at seterne ikke samtidig har tilhørt en sammenhengende jøkeltunge, kommer man over i andre like store. Tænker man sig seterne dannet som side-moræne under bræens suksessive tilbaketog nordover, må man på grund av, at seternes høide falder i en ret linje, anta, at brækanten mot fjeldsiden skulde holdt sig netop i denne linje under hele den 100—150 km.s avsmeltning — og det likedan i alle dalfører. I flere dalfører optræder imidlertid to setelinjer, hvilket tvinger en til at anta enten en eneste jøkeltunge av hin utrolige form, som de øverste setehøider viser, der så i et sæt smeltede av til en ny like utrolig, som de lavere setehøider angir. Disse kan også følges helt til selve skarhøiderne over vandskillet, hvor jøkeltungen måtte svinde rent hen, mens den altså ved yterenden var op til 460 m. Eller man må tænke sig, at bræen, når den under sit tilbaketog kom til et sted, hvor to seter optræder, først holder sig i ét nivå og så smelter i et sæt til et lavere, og at dette gentar sig etappevis bakover i over 100 km. utstrækning med en sådan nøiagtighet, at de to sidemoræners høider på samtlige steder netop falder i to sammenhengende linjer. Det er naturligvis urimeligt at anta nogen av delene. — Seternes sammenheng med skarhøiderne ved vandskillet, der er så gennemgående, at den nødvendigvis må være genetisk, må *altid* bli uforklaret efter Melvin-Blytts hypotese ifølge selve hypotesens forutsætning, at storbræresten eller de lokale bræer lå over det høieste av landet, d. v. s. over vandskillet.

Selv om man utenvidere vil sette den lære ut av betraktning, at seterne tilhører sammenhengende rette linjer, en lære,

der er bygget på talrige målinger av *P. Mortenson* og mig i de østerdalske dalfører og av mig og *E. Rudolph* i Gudbrandsdalen<sup>1)</sup>, selv om man betrakter de enkelte seter som isolerede, må man i hvert fald tænke sig, at brækanten har været horisontal så mange kilometer, som den enkelte sete kan følges i sammenhæng — i Rendalen f. eks. op til 30 km. En eneste så lang sete er igunden nok til at bevise, at den ikke kan være en sidemorænedannelse, dertil strider et sådant retlinjet løp altfor meget mot *alt*, hvad man kender fra nutidens bræer, og likeledes altfor meget mot bræernes egen fysik. Jøkelsen bevæger sig jo i det hele som en seigtflydende masse og må som alle sådanne anta en krumlinjet overflade. 30 kilometers retlinjet, horisontal grænselinje er umulig at anta for en viskos bræ, endsige hos en lokal jøkeltunge.

Like så bestemt mot Melvin-Blytts hypotese som seternes *høideforhold* taler seternes egen *bygning*. Jeg har skilt mellem *engseter*, bygget i hvert fald i overflaten av løst materiale, og *bergseter*, der viser væsentlig fast fjeld (St.-st. s. 6). *Engseternes* overflate består i regelen av tydelig rullet materiale, der kan variere fra sand til nævestore stene, sjelden større, men på hvert enkelt sted gennemgående er av ens størrelse, sorteret altså, hvad Melvin selv<sup>2)</sup> gør opmærksom på er tilfældet både ved den usædvanlig grovtbyggede sete ved Hanestad og ved Lilleelv-dalens finere seter. De er fuldstændig renvasket, uten jøkelmel. Overflaten er ofte kilometervis jevn og fast som en vei. Hver eneste av disse egenskaper er tilstrækkelig til at skille seterne fuldstændig fra morænedannelser; i det hele — der findes hos de typiske engseter hverken i materialet eller i overflateformen det mindste, der minder om moræner. Det er likefrem en umulighet at tænke sig dem, således som de findes i milevis i de østenfjeldske dalfører, bygget op av fjeldrap og morænegrus i stillestående vand mellem jøkel og fjeldside. Stillestående må nemlig vandet ha været, da seterne er så temmelig nær horisontale med et yderst svakt fald motsat dalens, og man ikke med nogen rimelighet kan anta, at store, lokale post-

---

1) E. Rudolphs målinger er endnu ikke publicerede, men ifølge foreløbig mundtlig meddelelse havde han ved sine nivelleringer fundet både linjernes sammenhæng og deres stigning sydover.

2) Transactions Edinb. geol. soc. Vol. 5.



glaciale hævnings senere i samtlige dale netop skulde rettet dem op til horisontalen. — For *bergseterne* er hypotesen om seternes dannelse som sidemoræner i og for sig uanvendelig. Av slike mener Blytt kun at ha seet en eneste liten stump (l. c. s. 36, anm. 4). Melvin indrømmer derimot om de lange seter på østsiden av øvre Rendalen (l. c. s. 20), at de „in places seemed cut out of the hill side, at others laid on“. Og seterne på vestsiden av samme dal optræder i over en mils længde med en næsten uavbrudt lodret ryg i fast fjeld og med stadig fast fjeld også i brækanten, om end seteflaten selv oftest er dækket av ur. At der her virkelig findes en lang indlandssete i fast fjeld er ganske utvilsomt — og for den kan der altså ikke være tale om dannelse som sidemoræne.

Men selv ved de typiske engseter er det, som også Blytt indrømmer, overmåte almindeligt at træffe fast fjeld, oftest som omtrent lodrette knauser i seteryggen. Heri ligger (sml. Str.-st. s. 45) allerede et bevis for, at der er skeet et indhak i fjeldet efter linjen.

Dalføret, hvori seten findes, er jo skåret ned i fjeldet, og fjeldgrunden må i det hele ha liens almindelige, meget svake

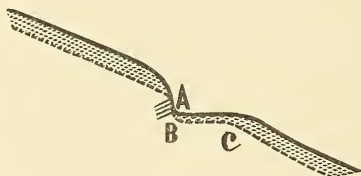


Fig. 1.

skråning. Når lodrette fjeldknauser træder frem ret som det er efter en linje langs lien, kan dette kun fremkomme ved, at der her er gjort et virkelig indhak (AB) i fjeldets skråning. At den tilsvarende horisontale flate (BC) virkelig findes i fjeldet under seteflatens løse dække bevises også ved det i engseterne så overmåte almindelige myrete lunde inde ved seteryggen (ved B). Hvis fjeldgrunden under var skrå som lien, vilde det løse, ofte grove grus i seten ikke kunne holdt fugtigheden stående der. Engseterne er altså jevnlig dækkede bergseter og kan således ikke være sidemoræner.

Seternes gennemgående ganske jevne overflate, der kan fortsætte kilometervis uten avbrytelser, deres høider o. h.,



der viser, at de hører sammen i retløpende, svakt stigende linjer, deres utbredelse, deres materiale og form, hvad enten det er engseter eller bergseter — alt er uforeneligt med Melvin-Blytts hypotese, og viser, at denne eneste teori, der er opstillet mot strandlinje-teorien, er umulig som forklaring for de almindeligste og mest typiske seter<sup>1)</sup>.

Så utilfredsstillende den Melvin-Blyttske teori således er som *almindelig* forklaring for seternes dannelse, kan det dog ha sin interesse at se på, hvorledes den tar sig ut, når den søkes anvendt på bestemte seter. Blytt har gjort dette forsøk for Foldalens og Gudbrandsdalens seter. „Det er klart, at store bræer må ha gått fra Snehætta-partiet og Rondane længe efter, at de lavere fjelde var blitt isfri. En sådan bræ må ha strakt sig ut gjennom Foldalen“, (l. c. s. 38) og langs siderne av denne bræ skulde så Foldalens seter være dannet som „en bræm av nedraset grus“. Blytt etablerer uten videre en østgående Foldalsbræ, siger endog „det er klart“, den må ha været der, efter storbræen var gått væk, trods det *er bevist* med utvilsom sikkerhet, at den sidste bræ der har gått op over dalen, gik mot NV. Man har nemlig et fuldstændig sikkert mærke efter den sidste bræbevægelse på hvert sted — det er de løst på overflaten liggende blokke. Hvor liten erosjonsevne man vil tilskrive isen, kan man dog ikke tænke sig, at disse ofte litet tilrundede store blokke regelmæssig har kunnet beholdt sin nuværende frie plads over jordflaten under en hel nedisning, med dens nye jøkelbevægelse. Har man nu en bergartgrænse og finder slike løse blokke flyttet i masser fra en bergart over på den anden, må denne blokflytning nødvendigvis tilhøre stedets sidste bræ og betegne dennes bevægelsesretning. Det kommer man ikke fra. Og nu har jeg for Foldalens vedkommende specielt berettet (Str.-st. s. 19), at granulitblokkene her er flyttet *opover* dalen op mot Snehætta, i samme retning som søndenfor sparagmiten er flyttet nordover på Trondhjemsfeltet. Denne observasjon kan Blytt ikke

---

<sup>1)</sup> At sidemoræner indgår som bygningsled i enkelte korte, isolerede, ofte høitliggende seter har jeg selv tidligere gjort opmærksom på. Særlig kan setelignende dannelser tænkes opstået i bræsjøer, der lik den ved Jensens nunatak (Meddelelser fra Grønland, B. 1) ligger i læ for jøkelstrømme. Hvis bræen en længere tid holder sig konstant, vil man her få både morænematerial og strandlinje.

sætte sig ut over — med sin antagelse, at bræen havde en sydostgående bevægelse — uten nærmere at angi grunde herfor. Og mine observasjoner står ikke alene, de støttes nu også ved *Törnebohms* autoritet. (Blocktransporten inom centrala Skandinavien)<sup>1)</sup>. Han har følgende iakttagelser fra Foldalen. På Hånæskletten (i N.) findes „talrig kringstrødde“ blokker av sparagmitskifer, der står mot S. På Jonsvollen (i S.) findes en mængde blokker av lys granit, som „otvifvelagtig“ stammede fra granitmassivet i SO. På Skalhøiden (i NNO) øiegneis antagelig fra trakten SO for Foldals kirke. Nordenfor er gabbro og diorit flyttet mot VNV i trakten omkring Mælsjøen. Altså overalt tydelig bræbevægelse mot dalens fald og mot den formentlige jøkeltunge fra Snehætta. Like øst for denne har endelig Siljestrøm fundet skuringsmærker, der går mot V. 33° N.<sup>2)</sup>. Blytts *Snehætta*-Foldals bræ kan således ikke ha eksisteret i postglacial tid. — At utlede en slik lokal jøkøl fra *Rondane* strider jo ikke mot den sidst ved blokflytningen konstaterede bræbevægelses hovedretning mot nord. Men her indtræder en anden vanskelighet. *Rondane* danner en isoleret fjeldgruppe av høist 300 km.<sup>2</sup> utstrækning, der hæver sig over et vidtstrakt fjeldplatå av 800—1000 m. høide. Tænkes hele *Rondepartiet* dækket av den formodede lokale bræ, vilde dog kun en mindre del sende sit overskud som jøkøl ned til Foldalen. Gudbrandsdalen måtte fået mindst halvparten og *Atnesjøen* likeledes en betydelig del. Mere end 100 km.<sup>2</sup> kunde ikke bidra til at føde den jøkeltunge, der skulde fylde Foldalen til seternes nivå. Selv om man regner. bare Foldalens kirkebygd og de brede dalfører op til *Rondane* med, vilde jøkeltungen få like stort fladeindhold som moderbrædelen selv. Endnu større blir misforholdet, når hensyn tas til, at *Rondenes* overflatefænomener tyder på, at selve toppene ikke har været isdækkede. — Denne jøkeltunge måtte være ført ned til 700 m. o. h. og dens overflate allikevel være holdt konstant i lang tid ved setenivået 948 m. av en moderbræ ikke større end den selv, skönt den havde fri adgang til at flyte ut dalen utover. Man ser urimeligheten.

Bedre går det ikke med det andet forsøk, Blytt gør, på

<sup>1)</sup> Geol. fören. förh. B. 13 1891. S. 589.

<sup>2)</sup> Cit. Hørbye Sur des phénomènes d'érosion en Norvège s. 17. Chr. 1857.

at skaffe tilveie en lokal jøkeltunge til sidemoræne-seter nemlig i Gudbrandsdalen. „Ottadalen og Sjudalen, som kommer fra vore høieste fjelde, Jotunfjeldene, munder ut i Gudbrandsdalen straks ovenfor Leine. Også gennem disse dale må store bræer ha gått like ned til Gudbrandsdalen længe efter, at Kampen og lignende lavere fjelde, som lå længere fra vandskillet, var blevene isfrie“ (l. c. s. 39). Det gælder for det første, at den samme setelinje fortsætter helt søndenfor Sjoas utløp i Lågen, og at således vel også Vinsterdalen efter denne teori må ha ført en jotunheimsk jøkeltunge — ellers vilde man få i lang utstrækning den tidligere omtalte umulige jøkelform med mægtighet, der stadig tiltok mot jøkelen. Også her får man straks en mistanke om, at selv Jotunheimens svære fjeldparti ikke kunde båret en moderbræ stor nok til at føde disse fra 40—60 km. lange, meget brede og op til 460 m. mægtige jøkelstrømme. Ved Leine vilde jøkelen måttet ha et tversnit på henimod  $\frac{1}{2}$  km., og den vilde her ikke ligge mere end 240 m. ( $\div$  stedets senere betydelige hævnning) over havet, så avsmeltningen måtte være kolossal. Ingen lokalbræ vilde kunnet skaffe den næring nok. — Men seterne fortsætter også ovenfor Ottas utløp. Det er hele 50 km. til næste nævneværdige dal kommer til fra høifjeldet, den ikke så særdeles betydelige Lordal. Her må man efter Melvin-Blytts teori anta et av to. Enten har Lordalens jøkelstrøm fyldt Gudbrandsdalen suksessivt til netop de samme to sete-nivåer, som Ottadalens, som Sjudalens, som Vinsterdalens søndenfor, således at man havde kunnet spasere langs disse fire forskjellige jøkeltunger på deres sidemoræner 80 km. i *selvsamme* to nivåer. — Eller der må fra Ottadalens jøkeltunge ha svinget en 50—60 km. lang sidetunge  $130^{\circ}$  omkring og skudt sig opover dalen med en stigning av over 300 m. i bunden og med en overflate, som igen hele veien holdt nøiagtig samme to nivåer. Den sidste hypotese er den eneste, som lar sig forene med, hvad blokflytningerne fortæller om den sidste bræbevægelse i dalen. Også her kan til mine egne iakttagelser (Str.-st. s. 19) føies Törnebohms (l. c.). „Lien ovenfor Dovre kirke er strødd med blokke av Kuvens granit“ (fra SO.) og likeså findes der her „blokke av Rustens konglomerat og øiegneis“ (der står like ved Ottas utløp) flyttet 30 km. i NV. Den granit, der står vestenfor, er flyttet vestover på Trondhjemsskiferen, og denne



igen videre på grundfjeldet vestenfor<sup>1)</sup>. Helt fra Otta til Lesje, ca. 60 km. har altså den sidste bræbevægelse bevislig gått op-  
over, og den bræ, hvis sidemoræner de temmelig uavbrudte  
seter her skulde være, måtte altså komme fra Ottadalen. Hvor  
unaturlig disse lange jøkeltunger i dalene måtte være formede,  
viser et blik på kartet.

I det hele — her som i Foldalen, hvorsomhelst man søker  
at danne sig et klart billede av, hvorledes bræerne må ha seet  
ut, og hvorfra de skulde være nærret, dengang da seterne efter  
Melvin-Blytts hypotese betegnede deres siderand mot fjeldvæg-  
gen, kommer man til slike usandsynligheter, at enhver må føle,  
at man er kommet ut over legitime teories område. Hvor selv-  
sagt alle kendsgerninger er efter setesjø-teorien, behøver jeg kun  
at peke på. Seternes høideforhold, geografiske utbredelse, byg-  
ning og materiale, blokflytninger og skuringsmærker, alt følger  
med nødvendighet av den eneste omstændighet, at den deuterog-  
laciale storbræ under sin avsmeltning efterhånden trak sig  
tilbake ikke mot vandskillet men mot sin oprindelige høide-  
akse, bræskillet, idet den samtidig dæmmede op indsjøer mot  
vandskillets skar, hvori seterne dannedes som strandlinjer og  
de høje indlandsterrasser avsattes som ører.

Foruten ved at opstille den uholdbare Melvinske hypotese  
mot strandlinje-teorien søker Blytt at svække denne: 1) ved at  
hævde, at indlandsseterne og kystseterne er ganske forskjellig-  
artede dannelser, og derfor neppe begge kan være strandlinje-  
dannelser — og 2) ved at dra seternes (tilnærmelsesvise) hori-  
sontalitet i tvil.

At kyst- og indlandsseter er så fuldstændig ensartede  
dannelser, at en beskrivelse av en typisk sete fra Østerdalen  
gælder ord for ord for en typisk sete fra Søndmør (og like-  
ledes for fjæren i den brædæmmede Merjelen-sjø), og at disse  
altså må havt fuldstændig samme genesis som strandlinjer, har  
jeg skarpt fremhævet i Str.-st. Mot denne opfatning, som er  
bygget på iakttagelse av et par hundrede km. seter ved kyst  
og i indland — derav ca. halvhundrede km. befarne skridt for  
skridt — sætter Blytt sin påstand: „Jeg har havt god anled-

<sup>1)</sup> Ved Domås, nordligst i Dovre, har jeg noteret, hvorledes skurings-  
mærkerne svinger (NNV—N—NO) rundt det blankpolerede knæ,  
forbi hvilket Dovreveien tar op på fjeldet, og antar den av Hørbye  
angivne retning over til Drivdalen; påtvers av Blytts Snehættajøkel.



ning til at se både seter og strandlinjer i naturen, og de er efter min mening to aldeles forskellige ting. Strandlinjerne er uthuggede i det faste fjeld. Seterne er derimot ikke sprængt i det faste fjeld, ialfald ikke i regelen“. — Vi har allerede seet, at det sidste tvertimot meget regelmæssig må være tilfældet, selv om man kun engang imellem opdager fast fjeld inde i seteryggen. Tilbake står blot at vise, at heller ikke kystseterne som regel dannes væsentlig av fast fjeld. For seterne i Romsdal og Nordre Bergenhus kan jeg henvise til listen i Str.-st. s. 170 ff., hvor der mot 40 seter, der er noterede som bergseter, står hele 110 engseter. Og ved de berømte seter i Tromsø amt og Finmarken, som Blytt vistnok nærmest har havt for øie, er vistnok nøkne bergseter meget mere almindelige, og særlig viser de sig særdeles vakre seet fra dampskib, da den bratte seteryg væsentlig falder i øinene. Men desuagtet er det efter min egen iakttagelse ikke tvil om, at også her seteflaten og setefoten over den allerstørste del er dækket av løst materiale, og at en nogenlunde fuldstændig udækket strandlinje også her er meget sjelden. For at dette virkelig er så, kunde jeg også anføre en række uttalelser fra de mænd, der har undersøkt disse seter nøiagtigst, Chambers og Pettersen.

For at vise sammenhængen mellem berg- og engseter behøver jeg imidlertid kun at citere K. Pettersens sidste arbeide<sup>1)</sup>, hvor det heter om de „av løst materiale opbyggede terrasser“, der optræder langs sundene i ofte milelangt sammenhengende løp, i umiddelbar tilknytning til de i fast fjeld skårne strandlinjer og i samme høide som disse“ (d. v. s. engseterne), at de „må være dannet samtidig og under overensstemmende forhold“ med bergseterne. At der ikke er nogen mærkbar forskel mellem *engseterne* ved kysten og i indlandet, tror jeg også Blytt må indrømme — og disse veksler altså begge steder uten skarpe overgange med seter skårne i fast fjeld og må være dannede „under overensstemmende forhold“. Stiller man en mægtig epiglacial bergsete fra Tromsø amt mot en smal engsete fra Østerdalen, er forskjellen ganske vist betydelig, så man kunde tro, at de var „ganske forskellige ting“. Men der

---

1) In anstehenden Fels eingeschnittene Strandlinien. Sitzungsber. kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Math. naturw. Cl. B. 98, Abth. 1 1889, s. 11.

kan ikke opstilles nogen naturlig artsgrænse på et eneste punkt i den ubrudte formrække, der forbinder dem, og selv i en og den samme linje kan ægte bergseter og ægte engseter veksle. At en bestemt type er almindeligst på et sted er en nødvendig følge av forskjellig erosjonstid og lokale forhold. At man i Tromsø i den overmåte langvarige epiglaciale periode med storbræens jøkler frem til fjordbunden og talrige lokale bræer i alpeforlandet, med megen fjordis og stærke strømme fik kraftigere indskårne, mere avskurede sete-former end der vandt at utvikle sig ved de smale setesjøer i Østerdalen under storbræens hurtige avsmeltning, er kun hvad man måtte vente. Nogen artsforskell mellem kystseter og engseter eksisterer derimot ikke, de har netop samme specifikke, eiendommelige bygning, og deres oprindelse må derfor være i det væsentlige netop den samme. De er fremkomne som strandlinjedannelse med hjelp av drivende is<sup>1)</sup>.

Nogen indvending mot indlands-seternes dannelse som strandlinjer lar sig således ikke fremføre på grundlag av en formentlig væsensforskell i bygning fra kystseterne. Mere betydningsfuldt vilde det være, hvis det var lykkedes Blytt at vise, at seterne ikke er horisontale (egentlig: med blot den stigning, som landets ujevne hævning har forårsaket). Det går naturligvis ikke an, som Blytt gør, uten videre begrunnelse og uten bestemte observasjoner at sige, at seterne i Lillelvdalen og Foldalen, „som ved første øiekast ser ut som vandrette, er i virkeligheten skråtliggende“ (l. c. s. 39) — likeoverfor min bestemte erklæring om deres horisontalitet, bygget på talrige målinger og befaring av mange kilometer av dem med barometer i hånd, det går endnu mindre an, når disse målingers resultat fuldt ut bekræftes ved en anden iakttagers *nivellemang*. (P. Mortenson, se sete-listen i Om seter). Blytts

---

<sup>1)</sup> Jeg skal ikke opta diskussjonen om de enkelte virksomme faktorer ved sete-erosjonen. (Se Str.-st. kap. 3, p. 31—49.) Jeg skal kun nævne, at man foruten som påvist av K. Pettersen i Salangen også i Malangen finder en et par km. lang blankpoleret fure, en kannelure skåret i fjeldet ved midlere vandstand, der kun kan tilskrives fjordisens erosjon under strømpresningen her i det trange sund, der forbinder Stålviksbotn med fjorden. Jeg nævner dette som et motstykke til Blytts påstand (l. c. s. 35). „Drivis kan umulig uthule slike lange sammenhengende strandlinjer i fast fjeld“.

simple påstand i motsat retning er absolut betydningsløs i den videnskabelige diskussjon, sålænge den ikke støtter sig til *virkelige målinger* — og dertil hører man intet.

For nogen observasjon kan det heller ikke regnes, når Blytt siger, at de to seter syd for Leine i Kvam i Gudbrandsdalen er skrå. Det heter herom (l. c. s. 38): „Når man står i den morænedækkede li ved Leine og kaster øiet mot syd, ser man hinsides Gudbrandsdalen på fjeldet Kampen to tydelige seter over hinanden — og bak Kampen sees på Skedalskampen to lignende seter, som tydeligvis er en fortsættelse av dem på Kampen. Disse seter hælder utover dalene og likesom dalene hælder de endog i motsat retning. På Skedalskampen hælder de vestover, derpå svinger de og får på Kampen en hældning mot øst. Deres avvikelse fra den vandrette linje er altfor stor til, at de kan være dannede på bredden av en sjø.“ — Nogen dal ved Skedalskampen, der hælder mot vest, kan jeg rigtignok ikke finde på amtskartet, men forøvrig er beskrivelsen av seten netop, som man kunde forutsige, den måtte bli fra en iakttager ved Leine. Når man står lavere end en bugtet, horisontal linje, vil ifølge perspektivets love de nærmest liggende dele hæve sig i sammenligning med de fjernereliggende — man se f. eks. på randen av et glas, der holdes noget over øiets høide. Seet fra Leine (ca. 600 m. o. h.) må derfor seterne (ca. 720 og 684 m. o. h.) synes høiest på (Teige) Kampen, der springer frem like mot iakttageren, og falde derfra både mot vest og mot øst, netop som Blytt skildrer det. Dette optiske bedrag har jeg iakttaget så mangfoldige gange, og det viser sig netop så skuffende i sådanne trange dale som her i Kvam, at jeg med fuld sikkerhet kan sige: det er *umuligt* selv for den mest øvede at avgøre blot ved øiemål, om en sådan linje er horisontal eller skrå, når den sees fra et standpunkt nedenfor dens nivå og i stor nærhet. Jeg kan også uten at ha været på selve seterne her sige, at Blytt, hvis han blot havde gået 80—90 m. høiere op i lien, vilde ha opdaget, at den nedre linje virkelig er horisontal, mens den øvre endnu synes at skrå nedover til siderne, like til man når 720 m., hvorfra omvendt den nedre linje vil synes at skrå opad til begge sider. Jeg har selv nemlig seet seterne på Teigekampen i nivå fra samme dalside som Blytt, fra lien op for gården Teige, ca. 3 km. østenfor Leine. Denne



formentlige observasjon av skråhet hos virkelige seter kan således ikke tas for god.

Like tvilsom er også det andet eksempel på seternes skråhet, Blytt anfører. Efter at ha omtalt, at seter fattes i Drivdalen, heter det i en anmärkning kort og godt: „Kun øverst i dalen under Høgsnyta er der et par korte, stærkt hældende seter.“ Det er at beklage, at Blytt ikke beskriver disse nøiere, ti bekræftes denne iakttagelse, at der findes virkelige seter i Drivdalen, med fuldt utviklet ryg, seteflate og fot, med jevn overflate, ensartet, sorteret, rullet og rensset material, men stærkt hældende, vilde denne observasjon alene være nok til at vise, at teorien om seternes dannelse som strandlinjer ikke er uttømmende. Både var de for skrå til at være dannet ved bredden av en sjø, ei heller kunde der, da Drivdalen vender mot nord og ligger nordenfor vandskillet, været nogen storbrærest til at dæmme dalen. Som observasjonen nu gives, har den imidlertid aldeles ingen betydning. Et par korte, stærkt hældende flater i løst materiale kan ikke utenvidere kaldes for seter, tvertimot, deres skråhet taler så bestemt imot dette, at den fuldstændigste overensstemmelse forøvrig i bygning og materiale må sikkert konstateres for, at der overhovedet kan bli tale om at sammenligne sådanne „korte, stærkt hældende“ flater med seter. Og en sådan overensstemmelse tør jeg trygt sige, aldrig vil bli konstateret. Såvidt jeg kan forstå, må det være netop disse dannelser, jeg selv har undersøkt på stedet. Høgsnyta har jeg ikke fundet på kartene, men „øverst i dalen“ må være omkring Kongsvold, og her omkring har jeg ikke kunnet opdage noget, der kunde forveksles med seter, uten nogle moræne-avsatser et stykke østenfor hovedveien mellem Hjerkin og Kongsvold. Disse har imidlertid seet fra enkelte kanter en såpas stor likhet med seter, at jeg netop av den grund undersøkte dem lidt nøiere. Det viser sig at være egg-formede, ægte morænergygge av store blokke og sand og grus omhverandre. Der er på stedet ikke tale om at kunne ta dem for seter, skønt de i virkeligheten danner den største tilnærmelse til en setelignende sidemoræne à la Melvin, som jeg har seet. Lignende men uregelmæssigere morænergygger sees flere steder her øverst i dalen, og til disse må Blytts „korte, stærkt hældende seter“ henføres, sålænge Blytt ikke har dokumenteret, at de har



setens og ikke morænenes bygning og materiale. Det er ikke tilstrækkeligt bare at sætte sete-navnet på dem. Blytts påstand om, at seterne ikke er horisontale, må avvises, sålænge den blot støtter sig på disse to ubeviste tilfælde. Og dermed falder den sidste av hans hovedindvendinger mot strandlinje-teorien.

I anledning av Blytts erklæring om, at seter fattes i Drivdalen, skal jeg til overflod minde om også den indvending mot Melvins teori for seternes dannelse, at den aldeles ikke forklarer deres geografiske utbredelse kun i dalfører, hvor bræbevægelsen har gået opad bakke. Ved Drivas kilde-elve, der løper mot SO. mot bræbevægelsens retning, og ved Folla er de almindelige, straks man kommer over til den egentlige Drivdal, fattes de. Sidemoræner må dog likevel kunne optræde nordenom vandskillet som søndenom. Hvis man søker at forklare forskjellen ved at sige, at dalene på nordsiden er for bratte, så gjelder dette ihvertfald ikke for dalene *søndenom* bræskillet, men også her mangler seterne fullstendig. Fra Melvin-Blytts teori er det umuligt at angi nogen almindelig grund til, at seternes utbredelse er absolut indskrænket til egne, hvor man har havt den sidste bræbevægelse opad bakke. Også på dette punkt svigter teorien. —

Trods Blytt således „tror, at en opdæmningen av bræsjøer mellom vandskil og bræskil er uantagelig“, er han dog villig til at indrømme, at seterne *delvis* kan være strandlinjer. „Allikevel kan det måske være sandt, at seterne (ialfald for en del) har været dannede eller kan ha fått sin sidste tildannelse på bredderne av sjøer, der var opdæmnet ved bræer“ (l. c. s. 37). Men det skal også i dette tilfælde være lokale bræer, der har spærret dalene, efterat storbræen havde trukket sig tilbake til landets høideakse.

Nu — antar man først strandlinje-teorien for „de øvre dele av Østerdalen“, kan man ikke let undgå at måtte anta den også for de sydligere seter. Når en setelinje kan følges med kun ganske korte avbrytelser i tilsvarende høider og fullstendig ens bygget fra Os til Atna, går det ikke an vilkårlig at sige, at den nordre del av den er en strandlinjedannelse, den søndre en Melvinsk sidemoræne. Der er ikke spor av sandsynlighet for, at en sidemoræne på den ene side og en bræsjøstrandlinje på den anden side netop skal være bygget av fullstendig ens materiale og ens form. Seterne har en altfor speci-

fik, utpræget, fast bygning, til at det godt kan tænkes muligt, at den kan fremkomme likegodt ved to så yderst forskjellige processer. Og disse sidemoræner, der var så fuldstændig lik strandlinjer, måtte i mange kilometers utstrækning optræde netop i samme nivå, som bræsjøen holdt nordenfor, og som skarene ved vandskillet bestemte. Man skulde i en og samme dal nordpå gå langs stranden av en bræsjo i mange kilometer, og så, når man kom længere syd, i endnu større udstrækning kunne fortsætte netop i samme høide på en moræne, der så aldeles ut som en strandvold, langs kanten af en jøkel. Og dette skal man ha kunnet gjøre i Gudbrandsdalen endog to gange; efter bræsjøen er tappet ut til det dypere skårne avløb over vandskillet, skal den samme uavhengige jøkel ha avtat nøiagtig like meget. Man bevæger sig her så fuldstændig utenfor alle sandsynlige antagelser — at det ingen anden råd blir end at vende tilbake til det nærmestliggende, tilskrive seten samme dannelse i hele sin længde. Er de dannet som strandlinje, øverst i dalen, må de også være det nedenfor. Skal man ha lokale brædamme for at dæmme op sjøerne, må de altså ha ligget så langt syd som seterne gaar.

I det her omhandlede strøk har jeg ved meget kortvarige undersøkelser påvist seter i Svartdal, Brydal, Værdal, Rendal, Tyldal, Tønnadal, Glomdal, Foldal, Einunddal, Lågendal (Gudbrandsdal), Ottadal, Hedal, Vinsterdal — altså: i samtlige større dalfører mellem grænsen og Jotunheimen må der efter teorien om lokale brædamme skaffes spærrende jøkeltunger — hele 13 stykker på knap 100 km. bredde av landet — og det av betydelig mægtighet, da de opstemmede sjøer når op til 460 m. dybde (Gudbrandsdalen). Sætter man dalenes bredde i seternes nivå til gennemsnitlig 1 km., hvilket sikkert er for litet, blir jøkeltungernes samlede bredde over  $\frac{1}{3}$  av landets. Efter seternes sydgrænse Jotunheimen — riksgrensen, måtte disse jøkeldæmninger ligge i et strøk, hvor overalt store, høie fjeldpartier mangler og et jevnt fjeldplatå på 660—800 m. breder sig. At der her skulde være specielle betingelser for lokal brædannelse er ubegripeligt, det må ha været svære bræer på selve vidden, og for at disse skal kunne sendt så mægtige jøkeltunger ned i dalene, at disse kunde spærres, må man vistnok sige, at 7 gange jøkeltungernes bredde ikke var nok for moderbræerne. Men dermed er de lokale

bræer smeltet sammen, vi har fået en sammenhængende storbræ, netop hvor setesjø-teorien antar den deuteroglaciale storbræs sidste rest har ligget.

Ved at gennemføre hypotesen om lokale brædamme bringes man altså like over til storbrædammen for det østlige Norge, og forholdene vilde bli ens langs hele den skandinaviske halvøs høideakse. Overalt vilde der fordres så svære jøkler til at spærre dalene, at deres moderbræer måtte række sammen — og det i en så stor afstand fra vandskillet, at disse bræmassers optræden på det lave fjeldplatå blir uforklarlig uten som en rest av storbræen. —

Strøket mellem vandskillet og det deuteroglaciale bræskil, setestruket, utmärker sig fra Torneträsk til Telemarken ved sine mäktige terrasser av sand og grus. Også for disse **høifjeldsterrasser** søker Blytt at hævde en anden tilblivelses-teori end den, som jeg har fremstillet i mine tidligere nævnte arbeider, og som jeg har kaldt setesjø-teorien. Mens høifjeldsterrasserne efter denne er avsatt på ganske almindelig vis i de samme sjøer, hvis strandlinje vi kan følge i seterne, må man efter Melvin-Blytts teori søke en ganske anden forklaringsmåte, da seternes dannelse som sidemoræner utelukker bræsjørne. Blytt forklarer deres dannelse saaledes:

„Da isen trak sig tilbake fra de øvre dele af Gudbrandsdalen og Østerdalen og deres sidedale, efterlot den masser av morænemateriale, som elven begyndte at sortere. Av dette morænemateriale er vel for en væsentlig del terrasserne dannet. De regelmæssige terrasser er fremkomne ved, at elvens vandmængde og transportevne har vekslet. Når elven er liten, formår den ikke at erodere. Den vandrer langsomt henover dalbunden, skifter ofte løp og jevner den av løse morænemasser opfyldte dalbund ut til en jevn mo. Kommer der så en tid med sterkere nedbør, så vokser elven, og den begynder at grave sig ned i den forhen jevne dalbund“ (l. c. s. 23 og 24). — Der er ganske vist endnu en masse spørsmål at løse angående vore dalfylninger, skönt en hel del tidligere gåtefulde fænomener viser sig som likefremme konsekvenser av, at den deuteroglaciale storbræ under avsmeltningen trak sig tilbake til bræskillet, og av at landet har hævet sig stærkest, der hvor storbræen havde trykket mest, nemlig i nærheten av bræskillet. Ved den sidste omstændighet forklares således de så gennem-



gående brede, jevne dalfyldinger av nogenlunde fint sand, hvori nutidens elv har gravet sig et smalt leie med ofte storstenet bund. Dalen havde under brætrykket et svakere fald, og nedbøren var på grund af storbræen større. Der løp altså større elve med svakere strøm, og disses bund danner de fleste dalfyldinger. Men høit over denne almindelige dalbund optræder i setestrøket — og kun der — svære sandmoer med bratte mæler, og det er disse høifjeldsterrasser, der skal forklares paa ovennævnte måte, som Blytt finder „er den naturligste av de teorier, som man har opstillet“. Vi får da se, om den besidder noget fortrin for setesjø-teorien.

Høifjeldsterrasserne skulde altså være elve-erosjonsterrasser i morænemasser, der var jevnet ut til moer av samme elv i perioder, da den var liten. Terrassernes material skulde altså oprindelig være de morænemasser, som storbræen eller lokale jøkler efterlot sig. Disse moræner måtte vel her som altid have en meget uensartet sammensætning, grus, ler, sand og store blokke om hinanden. Men nu viser moerne sig tvertimot at ha et yderst ensartet materiale, aller almindeligst en middels fin sand uten eller med meget få blokke. Så fattig på blokke som indlandsterrasserne viser sig overalt i de talrige, høie naturlige snit i elvemælerne kan ingen virkelig morænemasse tænkes her i det kuperede terræng, og det kendes heller ikke i hele Norge. At alle blokkene skulde være slidt op ved lang transport under bræen selv, savner også her analogier — og motbevises også ved, at sandterrasser findes øverst i alle dale, helt op til Snehættas fot (if. Blytt). De blokke, der fra først av må ha været der i morænemasserne, må altså enten være ført væk eller slidt op av de elve, der har jevnet disse ut til moer. Men store blokke kan overhovedet ikke håndteres av elve uten med meget stærkt fald — og moerne er næsten horisontale. Man måtte derfor anta store nivåforkastninger i samtlige dale, hvor de høie terrasser optræder, og det i forskjellige retninger efter elvenes løp, for at skaffe strøm nok til at sortere morænemasser, der indeholdt selv temmelig små blokke. Og hvor blev det samtidig av den finere sand og ler? Den måtte igen være ført væk av stærk strøm. Den almindelige mælsand er så pas fin, at den strømstyrke, der lar den bli liggende igen, må være høist ubetydelig — den er i virkeligheten ikke grovere end i de marine ter-



rasser, hvilket direkte beviser, at den må være avsat i stillestående vand — og fører os dermed op i setesjø-teorien.

La os imidlertid tænke os, at den Blyttske elv, „der vandrer langsomt hen over dalbunden, skifter ofte løp og jevner den av løse morænemasser opfyldte dalbund ut til en jevn“ mo — at denne elv er blit befriet for alle blokke i sin vei, så må dens virksomhet dog være innskærpet til overflaten. Den vilde også i sandhet få nok at gøre med at skifte løp for at få faret over og jevnet dalbunde så brede som Foldalen, Lilleelvdalen, Lesje o. s. v. til vidtstrakte moer flate som en ekserserplads. Da den „ikke formår at erodere“ (l. c. s. 32) må dens ordnende arbeide være rent overflatisk. Et litet stykke ned må man finde morænemassen fuldstændig urørt. Men nu viser de svære elvemæler i Foldal, Tønset o. s. v. friske snit på op til 100 m. med netop samme sand fra øverst til nederst, næsten uten større blokke. Der har ikke foregået nogen forandring i den naturkraft, der har dannet dem, den hele tid. At man nogensteds i Norge kunde fremvise lignende snit gennem en morænemasse, tror jeg ingen vil påstå.

Høifjeldsterrasserne kan således ikke være en fugtig tids erosjonsterrasser i kun overflatisk jevnet morænemasse. De er klarlig akkumulasjonsterrasser, de som de fuldstændig ens byggede marine terrasser.

Man får det indtryk av Blytts tidligere arbeider, at han er drevet til den mærkelige teori, at den mindste vandmængde skulde ført frem eller bearbeidet det meste materiale, ved sin teori om kystseternes dannelse ved frostsprængning under et tørt klima. Sammenhængen mellem de største marine terrasser og de gamle strandlinjer er utvilsom, og dersom strandlinjerne tilhører en kontinental periode, må også de svære terrasser i samme nivå være dannet under tørt klima. At teorien om kystseternes dannelse ved frostsprængning i strandlinjen som absolut avgørende hovedfaktor ikke er holdbar, tror jeg imidlertid, at jeg har vist tidligere (Str.-st. s. 37—40), skönt Blytt synes, at mine indvendinger mot den er „betydningsløse“. Jeg skal kun genta en av disse, da den bærer direkte på spørsmålet om bræskillets beliggenhet under den postglaciale tid. Det er bekendt, hvor umådelige de postglaciale marine lerterrasser er i Trøndelagen. Hvis nu storbræen efter Schiøtz's og Blytts antagelse under avsmeltningen lå over landets høide-

akse, måtte disse terrasser være bygget op væsentlig av små elve under tørre perioder, hvor de eneste kraftig transporterende tider, vårflommene, måtte sat sig mærke som lag av grovere materiale. Sådanne lag mangler imidlertid, og det fine, seige ler svarer i det hele ikke til kontinentale elves flomgrus<sup>1)</sup>. Men hvis storbræen lå over vandskillet, spør man videre, hvorfra har disse elve hentet materialet til disse kolossale terrasser, der i Stjørdalen f. ex. strækker sig så at si like op til vandskillet. En 15 km. lang, trang dal med meget sterkt fald, som i hvert fald øverst var fylt med storbræresten, måtte ha skaffet materialet til samtlige postglaciale lerfyldinger i det ca. 50 km. lange og 1—4 km. brede terrasseland nedenfor — for så vidt det ikke er tat av den epiglaciale terrasse. Selv om hele Merakerdalen til Skurdalsporten var eroderet i postglacial tid, hvad den naturligvis ikke kan være, vilde det knap forslå til at skaffe material. Man er klarlig nødt til at hente fra den anden side av vandskillet i Stjørdalen som i alle de andre store trønderske vasdrag. Og dette kan kun ske efter setesjø-teorien, der gir den simple forklaring, at de store lermasser, der har fylt de epiglaciale indsjøer og bygget op de svære terrasser utenfor, er avsat av de mægtige bræelve, der gav avløp for de store setesjøer i Østerdalen, Herjedalen og Jemtland, de største i Skandinavien, gjennom de lave skar over vandskillet. Kun disse har kunnet skaffe den seige, fine ler i fornøden masse, en rest av storbræen ved høideaksen derimot umulig.

Fra materialet og størrelsen av de trønderske terrasser kan man altså hente et selvstændigt argument for, at den sidste rest av storbræen ikke har ligget ved vandskillet, men at der bak dette lå svære setesjøer — opdæmnet av den langt søndenfor liggende storbræ. —

I disse setesjøer har der faldt elve fra høiere sidedale, og disse elve har, særlig når de kom som bræelve fra den kant, storbræresten lå på, ført meget materiale med sig, og dette er det som har bygget høifjeldsterrasserne som almindelige akkumulasjonsterrasser. Smukkest utviklet er disse i strøket Røros—Tønset—Foldalen, hvor Glommen og Folla krydser

<sup>1)</sup> De mægtigste lag af fint ler findes forresten i de postglaciale fyldte epiglaciale terrassesjøer Støren—Melhus, Stjørdalen, Værdalen o. s. v., men ler er meget almindelig også utenfor disse.

bræbevægelsens NV-retning. På sydsiden av dalen her optræder der foran hver tverdal og hvert lavere skar over til sydligere dale pragtfulde terrasser. Dalen selv ligger væsentlig i grønne Trondhemsskifere, hvis sydgrænse falder like søndenfor. Terrasserne ved Telåen, ved Auma, Sølva og Grimsa o. s. v., består derimot av lys, rødlig sand, og de ikke talrige blokke man ser er av den røde sparagmit, der står i dalene søndenfor. Materialet er *utvilsomt* ført fra syd. Hvorledes denne omstændighet kan forklares i overensstemmelse med Blytts terrasse-teori, skønner jeg ikke. Det kan ikke være stedets morænemasser „jevnet til mo“ av hoveddalens elv. Terrasserne optræder nemlig kun foran dalmundingene på sydsiden, ellers ikke — de er så øiensynlig knyttet til disse, at de nødvendigvis må ha sin oprindelse derfra. Heller ikke kan de være jevnet til mo av de små tverelve selv, ti disse kan da ikke ha „vandret langsomt henover og ofte skiftet løp“ oppe på disse flater, der springer frem som bastioner 160—170 m. over dalbunden. Og ensartet bygget er de som sagt fra øverst til nederst, efter hvad man ser i de svære elvemæler. I denne del af Glomdalen har vi slike høie moer av sparagmitsand ved Moen s. f. Røros, ved Kvereng, ved Os, i Dalsbygden, i Teldalen, ved Auma, Finbudalsryg, Sivilla, Storbrække, Einunda med høiderne 670, 669, 661, 662, 653, 670, 664, 665, 660, 652 m. Seterne er målte til 663, 666, 664, 666, 662, 662 i samme strøk, og avbrydelserne er kortere end seterne selv. Hvorledes man likeoverfor disse 16 høidemål i praktisk talt samme nivå kan undgå den slutning, at de tilhører en og samme vandflate forstår jeg ikke, særlig da den sjø, hvis bredder de måtte tilhøre har sit bestemmende, naturlige avløp gjennom det brede skar over til Guldalen 661 m. o. h. Som dam sydtil for denne Glomsjø kan kun tænkes storbræens rest ved det oprindelige bræskil — vi har setesjøteorien færdig<sup>1)</sup>. Hvorledes disse svære, smukt formede terrasser av material, der tydelig er hentet søndenfra, efter først at være opstået *under* storbræen, mens den bevægelse endnu var nordgående, siden kan være bevaret alle i netop samme nivå og med sin overflate jevn som et stuegulv gjennom den tid, da bræskillet vandrede hen over dem, og den tid, da storbræen,

---

<sup>1)</sup> Det var på observasjoner i dette strøk den først blev grundet 1885.



efter Schiøtz's og Blytts teori om bræskillet's sidste beliggenhet ved vandskillet, havde en bevægelse sydover over dem — det blir en uløselig vanskelighet. Efter at storbræen var forsvunden fra stedet, kan nemlig terrasse-materialet som påvist ikke være ført nordover. Kun en sammenhengende bræ vilde kunne drive jøkler frem gjennom alle de nabodale, foran hvilke terrasserne er bygget, og en sådan sammenhengende bræ kan kun ha fremkommet her på det lave fjeldplatå som rest av storbræen —, høie fjeldpartier av tilstrækkelig stor utstrækning til at danne lokale nordgående bræer mangler. Disse sparagmitsand-terrasser i Glomdalen gir et uavhengigt argument for setesjø-teorien, tilstrækkeligt til alene at bære den.

Resultatet av denne gjennomgåelse av Blytts kritik av setesjø-teorien blir altså:

- 1) at de *almindelige grunde* han anfører for sin tilslutning til Schiøtz's mening, at den sidste rest av den deuteroglaciale storbræ måtte ligge ved vandskillet, ikke er overbevisende, da man ikke er berettiget til at bedømme storbræens avsmeltning efter forhold i strøk, der ikke var dækket av den.
- 2) at den Melvin-Blyttske hypotese for *seternes* dannelse som sidemoræner, der oppstilles mot strandlinje-teorien, fører til umulige antagelser angående de dertil nødvendige jøklers form og utbredelse, likesom seternes horisontale løp, jevne overflate, faste form — ofte i fast fjeld — og deres materiale samt deres almindelige utbredelsesforhold er uforenelig med den.
- 3) at Blytts forsøk på at forklare *høifjeldsterrasserne* som erosjonsterrasser heller ikke er forenelig med disses form, materiale, utbredelse og høide over havet.

Derimot viser det sig, at vi fra alle punkter føres til setesjø-teorien, av hvilken samtlige de for setestruket eienommelige, kompliserede kendsgerninger, skuringsmørkernes og blokflytningernes retning opad bakke, seternes og terrasserne's materiale, form, geografiske utbredelse og høide over havet, er direkte konsekvenser — av den ene antagelse altså, at storbræens sidste rest blev liggende ved bræskillet langt søndenfor landets høideakse. Det forsøk Blytt gør på at svække denne teori ved at skille indlandsseter fra kystseter som forskjelligartede ting motbevises ved, at der ved begge



findes de forskjelligste typer av strandlinje-dannelser i fast fjeld og i løst materiale med alle overgangsformer — hans påstand om, at seterne ikke altid er så horisontale, som en strandlinje måtte være, må avvises, sålænge de observasjoner, han støtter den på, beror på et optisk bedrag og en forveksling av sete og moræneryg.

## 2. Prof. O. E. Schiøtz's kritik.

Den i prof. O. E. Schiøtz's arbeider fremkomne kritik av setesjø-teorien falder i to dele: for det første søker Schiøtz at vise, at blokflytningen i strøket mellom Rendalen og grænsen har gått i modsat retning av, hvad teorien fordrer; for det andet utvikler han, at bræbevægelsens fysik nødvendigvis må medføre, at under avsmeltningen den sidste rest av storbræen må ligge over vandskillet og ikke langt søndenfor. Jeg skal behandle hver del for sig.

a) *Blokflytningen i strøket Rendalen—riksgrænsen.* Da Schiøtz's observasjoner i dette strøk er resultatet av mange års reiser og støttes til et grundigere kendskap til egnen end nogen anden er i besiddelse av, finder jeg det nødvendigt, for at gi min kritik vægt, at gjennomgå hans blokflytningsobservasjoner en for en og ved spørsmålet om bergarternes utbredelse såvidt mulig holde mig til Schiøtz's egen geologiske beskrivelse av dette strøk, som jeg kun for den allernordligste dels vedkommende kender av personlig iakttagelse.

De av Schiøtz antagne blokflytninger sydover er følgende, hvorav de fleste er sammenstillet i hans avhandling „Om merker efter istiden“ (32)<sup>1)</sup>.

- 1) (32, 244). „På den nordlige pynt av Valesjøbjerget (nær Storsjøen) er hele den nordlige skråning fuldstændig oversået med skarpe stene og blokke av sparagmitsandsten fra den nordenfor liggende lavere fjeldmark.“ Ifølge 27 K. står samme formasjon både nordenfor og søndenfor, ja ifølge 32, 36 endog i Valesjøbjerget selv rundt øiegneisen. Endvidere meddeler Törnebohm (se Schiøtz 32, 98), at i Androgefjeldet ret i S. findes kvartsit-etasje liggende direkte over øiegneisen, hvilket også kan ha været tilfældet på Valesjøbjerget. Blokkene kan derfor ha tilhørt fjeldet selv eller være kommen fra S. til SO., likesåvel som fra N.

---

<sup>1)</sup> Til forståelse av blokflytningernes retning bør man ha såvel amtskartet som Schiøtz's geologiske kart (27, K.) for sig.

- 2) (32, 244). Blokke av øiegneisen „findes spredt mot S. og SSO.“ for Valesjøbjerget. Den står som nævnt også i Androgfjeldet længere syd og må ventes i mellemrummet, hvor alt er overdækket. Schiøtz siger selv, „at øiegneisen muligens atter dukker op lidt søndenfor“ det sydligste sted, hvorfra han noterer blokke derav.
- 3) (32, 245). „Langs Misteråen og videre mot N. langs den østlige skråning av Stenfjeldet træffer man blokke av en rød sparagmit lik den, der optræder i Sølen og de vestenfor dette liggende fjeldhøider.“ Den samme *formasjon* fortsætter (if. 27, K.) en 40 km. mot SSO. og står også på stedet i selve Stenfjeldet, selv om de få blottede steder her tilfældigvis viser en anden *bergart* end blokkene. De kan derfor være fra stedet selv eller søndenfra.
- 4) (32, 245). „I den nordlige skråning av Nubben, Storhøidens vestlige fortsættelse, er grunden indtil en høide av omtrent 950 m. o. h. næsten ganske dækket av blokke og stene av blåkvarts og blålig kvartsit. Hist og her sees enkelte større og mindre stene av en styg med lerskiferlameller gennemsat blålig kalk. Disse blokke er fremmede. Mot N. har man imidlertid store myrstrækninger, der strækker sig hen til Skarven. I Skarven 1000 m. o. h. står blåkvarts i forskjellige ændringer og i lavlandet vestenfor findes ortokerkalk hvilende på blåkvartsartet bergart ca. 890 m. o. h.; muligens træder disse bergarter også op nærmere Nubben.“ Ja men likesåvel muligens mot SSO., hvor man nemlig vet, at blåkvartsen står i den nordlige ryg av det nærmestliggende fjeld Børvæggen (27, 202, 207) og der „ligner fuldstændig den i Skarven“. Ortokerkalken slutter sig til denne lagfølge og blokke av den er fundne også i mellemrummet på sydsiden av Skarven (27, 169).
- 5) (32, 245). „Blokke av rød, hyppig konglomeratisk sparagmit findes spredt omkring i stor mængde i Osdalen og på fjeldstrækninger på begge sider av samme tildels på fremmed grund“ (!). „Av kartet i B. 27 sees, at den røde sparagmitetasje sender en tunge helt nedover til Blækkufjeldet, og at denne netop begrænses av de ovenfor nævnte fjeldstrækninger. Det er imidlertid at mærke, at blokkene befinder sig i tildels betydelig høiere nivå end det, hvortil den røde sparagmit her når op. Sølen 1800 m. o. h. er det nærmeste fjeld høiere end Børvæggen og Rømundfjeld, hvori der står rød sparagmit. Det er dog ikke rimeligt, at blokkene er komne direkte derfra. Blokkene må — — — hovedsagelig være komne fra de nærmest liggende fjeldmarker og altså være ført opad bakke til sit nuværende leie.“ Med andre ord — de kan være fra stedet selv eller søndenfra, efter Schiøtz's egen fremstilling.
- 6) (32, 246). „Nede i Fæmundselvens dalbund (syd for Høgberget) finder man blokke av den gamle røde sparagmit. Disse blokke kan vel ikke betragtes som fremmede i egentlig forstand, da den røde sparagmit står i Kastflohøiden og også i de straks søndenfor liggende høider.“! — Når Schiøtz lægger vægt på den negative iagttagelse, at han ikke har fundet i stensamlingerne den lyse grålige kvartsitsanden, der står søndenfor, men kun stedets egne bergarter, er dette

neppe noget berettiget argument mot at anta, at bræskillet lå straks søndenfor. Sandstensblokke tåler dårlig brætransport. Argumentet veies i hvert fald mere end fuldstændig op ved, at den røde sparagmit, der dog tåler transport bedre, og som står hele Fæmunddalen opover, slutter sydover her i blokke netop samtidig med, at den slutter i fast fjeld. Den findes blot „indtil henimot Nybergmoen“ (ved amtskartets Lisæter). Hvis den sidste bræbevægelse havde gået sydover Fæmunddalens røde sparagmit helt fra vandskillet, vilde dette været yderst mærkeligt.

- 7) (33, 2). „Nordhellingen av Renåfjeldet (der dannes av lys sparagmit-skifer) er overstrøet med en masse fremmede blokke — — — fra ca. 880—800 m. er grunden fuldstændig dækket med svakt tilrundede blokke av gammel rød sparagmit. Beliggenheten av disse blokke viser, at de kun kan være komne nordenfra; desuten optræder rød sparagmit ikke i de søndenfor liggende fjeldstrækninger, mens den nordenfor danner fjeldgrunden.“ Selv om den røde sparagmit *endnu* ikke er påvist i fast fjeld ret i S. for Renåfjeld, så står den dog i hvertfald i SO. i Osdalen, netop i forlængelsen av nordre Renåens øvre dal i skuringsmærkernes almindelige retning.
- 8) (32, 244). „Høit oppe i den nordlige skråning av Heggedalshøiden finder man mange granitblokke“ på grålige kvartsbergarter. Graniten fortsætter *søndenfor* langs hele Storsjøen, nordenfor slutter den straks ved.
- 9) (32, 244). „I den nordlige skråning av Myrffjeldet har jeg seet en meget stor tilrundet granitblok omtrent 680 m. o. h. Det nærmeste sted nordenfor, hvor granit er seet i fast fjeld, er ved Misterå et stykke ovenfor dens utløp; er blokkene kommen derfra — — —.“ Granit står også længere syd langs Storsjøen og likeså længere øst langs Tryssilelven som bundgranit og må ventes at stå på analog måte i Osdalen midt imellem, hvor imidlertid bunden er dækket.
- 10) (32, 2). „På veien mellem Flenøen og nordre Renåsæter iakttok jeg hist og her granitblokke; således nordligst ved søndre Renåen indtil 680 m. o. h., på Renåfjeld enkelte særdeles store blokke mellem 950 og 990 m. o. h. og ved nordre Renå 660 m. o. h. Disse iakttagelser styrker — (foregående) observasjon“ — men lider av samme usikkerhet som denne. Granit findes i større utstrækning søndenfor.
- 11) (32, 248). „I lavlandet mellem Fæmund og Kvitvola og østover omkring Vålebjerget finder man røde sparagmitblokke spredt omkring tildels i stor mængde — — —. Da rød sparagmit ikke optræder i de søndenfor liggende fjeldhøider Kvitvola og fjeldpartiet østenfor Engerdalen, kan disse blokke ikke være kommen søndenfra.“ Videre lykkes det endelig ifjor Schiøtz at finde gammel rød sparagmit også på Kvitvola selv — „en del store blokke ca. 1100 m. o. h.“, 990 m. o. h. Videre V. for Lille Engersjøen på 930 m. høide så langt syd som ved Viken, V. for Store Engersjøen (33, 45). Her kender man ingen forekomst av „rød sparagmit“ søndenfor.
- 12) (32, 249). „Opover langs Sorkåen finder man en mængde blokke av blåkvarts“ — og denne optræder straks nordenfor i fast fjeld. Disse



blokke „kan dog muligens være ført nedover fra Sorkvola mot V. av en lokal isbræ.“ Ved Sorkåen støter desuten alle tre etasjer av sparagmitkvartsfjeldet sammen og terrænget er for dækket til at kvartsens grænse kan fastslåes med nødvendig sikkerhet.

- 13) På selve toppen av Vålebjerget fandtes „et par mindre stene av gabbro“, der står i fjeldpartiet nordenfor.
- 14) (32, 255). „Såvel på Børvæggen, som på Børfjeldet og høit op i den sydlige skråning av Sölen har jeg (Schiotz) seet små stene av mørk grønlig serpentin — —. En sådan bergart er imidlertid ikke iakttat søndenfor Sölen og Børvæggen — —. Det nærmeste sted i N., hvor serpentin optræder, er i Hodalen og ved Røsten i Tufsingdalen lidt vestenfor Fæmund.“

Hermed er listen færdig på de iakttagelser, som prof. Schiotz har samlet på sine reiser helt siden 1870 som beviser for en blokflytning og altså bræbevægelse *sydover* i strøket mellem Storsjøen i Rendalen og riksgrænsen. For fuldstændighets skyld skal jeg medta de iakttagelser, der bragte også *Hørbye* til at anse det for muligt, at „det avskurende og polerende material ved den sydligste del av Fæmund er kommet fra nord — — —, hvor lidet det end stemmer med det hovedresultat av hans observasjoner, hvortil han håbede tilsidst at kunne føre læseren“ <sup>1)</sup>.

- 15) Ved Blaksjøen, øst for Engerdalen er kalkblokke flyttet sydover, mens fjeldfladen nordenfor samme er som renfeiet for blokke (l. c. s. 340). Lidt nordenfor fra Hovdroe-sæteren fandt Schiotz likeledes blokke av kalksandstenen „spredt over fjeldet et stykke mot S. Langs veien fra sæteren ned til Kvitlen ser man imidlertid også enkelte blokke av kalksandstenen til tegn på, at her tillike har fundet en transport nedover fra fjeldmarken til lavlandet mot N.“ (32, 247). Disse iakttagelser kan kun bringes i samklang ved at anta, at lokale bræer har været medvirkende, eller at bergarten står på ukendt sted, eller at blokflytningen har vekslet retning.
- 16) „Den steile dalside østlig op fra sjøen Store Engern viser tydelig striper, hvis retning er omtrent parallel dalen, og situasjonen her gør det temmelig tydeligt, at friksjonsmaterialet er kommet fra nord.“
- 17) Stødsiderne på Sorkvola og Vålebjerg øst for Fæmund vender efter Hørbye ubetinget mot N., men utmærker sig begge steder ved at være plankpolerede og så godt som uten skuringsstriper.

Med disse 17 observasjoner er — for at benytte samme ord som Hørbye — „sagt alt væsentligt, som her i enen taler

---

<sup>1)</sup> Det erratiske fænomen på riksgrænsen. N. Magaz. f. Naturv. B. 8 s. 348.



for en stedfunden bevægelse fra den nordlige kant; på den hele strækning nordenfor dette strøk beviser derimot mærkerne på det bestemteste, at bevægelsen foregik fra øst eller syd-øst.“

La os nu se, hvilken beviskraft der kan tillægges dem. Likeoverfor *Hørbyes* observasjoner er man vel berettiget til at sige, at den ikke kan være synderlig stor. Selv om man ikke med Kjerulf vil frakende iakttagelser av stød- og læsider (17) enhver betydning for bestemmelsen av bræbevægelsens retning, („man har ingen grund til at notere dem“), må man dog indrømme, at „det er ganske vist, at retningen må være mistydet fleresteds og over store rum og det av de bedste iakttagere“ (Udsigt over det sydl. Norges geologi s. 38). Likeså tvetydig kan opfatningen av „situasjonen“ (16) være, selv om den er „temmelig tydelig“. I sammenligning med blokflytningerne veier disse observasjoner intet. Av sådanne noterer Hørbye kun en eneste i strid med det almindelige resultat av flytningsretningen, hvortil han „håbode tilsidst at kunne føre læseren.“ Det er fra det høie fjeldparti øst for Lille Engern, hvor Schiøtz's observasjon altså viser en flytning også mot nord. Den noterede blokflytning (15) sydover beviser derfor intet avgørende angående storbræens sidste bevægelse her.

Vi har så Schiøtz's observasjoner. Når vi ser over listen, finder vi, at størstedelen av de noterede blokflytninger sydover straks bør udrangeres, da blokkenes bergart bevisligen står enten på stedet selv eller søndenfor. Dette gjelder således nr. 1—10. (For nr. 8—10 er endog forekomsten søndenfor meget større end den rent lokale nordenfor.) Som avgørende bevis mot, at den sidste storbræbevægelse har gått nordover, kan ingen brukes, så sandt de *kan* være flyttet den vei. Ved flere av dem (nr. 1, 4, 7—9) søker imidlertid Schiøtz at hævde, at *situasjonen* viser, at de må være komne fra nord, idet de nemlig findes på *nordskråninger*. Man kan av Schiøtz's egne arbeider med lethed finde likemange eksempler på fremmede blokke i sydheldinger, der allikevel av Schiøtz utledes nordenfra. Dette viser, at Schiøtz selv ikke kan tillægge en sådan situasjon synderlig betydning. Det er også klart, at det vil være særdeles vanskelig at sige, hvor flytblokkene netop måtte komme tilro efter bræbevægelsens slutning. I mindre dækkede strøk viser sig det imidlertid så langt fra at være tilfældet, at

fremmede blokke hyppigst findes på de heldinger, der vender mot bræbevægelsen, at de tvertimot væsentlig er hopet op på læsiderne. Særlig for isolerede blokke vil derfor „situasjonen“ ikke kunne avgøre det mindst angående flytningsretningen.

Der er dog én av Schiøtz's observasjoner, hvor det unægtelig er mest liketil at anta en flytning fra nord. Det er nr. 7. Nordholdingen av Renåfjeldet er, særlig i et bestemt belte, fuldstændig dækket med blokke av gammel rød sparagmit. Denne står nordenfor på den anden side av Misterdalen, mens man sydover må gå adskillig længere, rigtignok nøiagtig i skuringsmærkernes hovedretning, for at finde den i fast fjeld, på den østre side av Osdalen. Men netop på veien dit kommer vi over Osdalens vestre li, hvor „man finder fjeldmarken bestrøet med store blokke konglomeratisk (rød) sparagmit“ (27, 194). Her må man med fuldstændig samme berettigelse slutte sig til en bevægelse *nordover*. Man har nemlig også her en li bestrøet med blokke av en bergart, der står i fast fjeld på den anden, østre side av en her endnu meget smalere dal, mens man i modsat retning må gå meget langt for at finde den. Gælder ræsonnemanget på det ene sted, må det også gælde på det andet 12—14 km. derfra, men fører til stik modsat resultat. Vi ser altså, hvor forsiktig man må være ved sine slutninger ut fra „beliggenheten“. I det av Schiøtz nævnte, tilsyneladende bedst sikrede tilfælde har den altså bevislig intet værd.

Av Schiøtz's formentlige blokflytninger kan man endvidere ikke regne med nr. 12, der av Schiøtz selv henføres til en sandsynlig lokal bræ, hvor videre retningen i det overdækkede terræng, hvor formasjonerne støder til hinanden, må være uviss, men hvis den bestemmes efter nærmest kendte forekomst i fast fjeld, blir temmelig lodret på skuringsstripernes almindelige retning og derfor uten betydning for spørsmålet om sidste storbræbevægelse har gået nord eller syd. Efter Schiøtz's beskrivelse forsvinder desuten de omhandlede blåkvartsblokke „et stykke op i skråningen“. Det ligger derfor og efter egnens topografi i det hele nær at tro, at det er i en *høifjeldsterrasse* langs Sorkåen de findes. Det blir da let at forstå, at de mangler søndenfor oppe på Vålebjerget, og deres hjemstavn søkes naturlig bak det skar, der fører over til Sverige, hvorigennem terrassens materiale måtte være ført. Ifølge Hög-

bom<sup>1)</sup> har man da også „mellem Salsfjeldet i nord og Fløtningen i syd ved riksgrensen grå, blåagtige kvartsiter, grå sparagmit o. s. v.“ I hvert fald kan man således også her påvise blokkenes bergart i fast fjeld i SO., efter skuringsstripernes retning, i 14—15 km.s afstand, bak riksgrensen.

Vi må videre stille os meget varsomme like over for Schiøtz's observasjoner 13 og 14, „et par mindre stene av gabbro“ på Vålebjerget nær Fæmunds sydende, og „små stene av mørk grønlig serpentin“ på tre spredte steder. Det er klart, at disse småstene av seige og for serpentinens vedkommende omtrent uforvittrelige bergarter kan ha en lang reise bak sig, siden de forlot det faste fjeld. De kan ha været tumlet om i de forskjelligste retninger, og at følge deres spor bakover, kanske gennem flere vekslende bræretninger, fra de isolerede findesteder vil ikke være muligt. For gabbroens vedkommende gælder det jo desuten, at man stadig finder nye forekomster som isolerede kupper, og at „et par mindre stene“ kan være komne fra en høist ubetydelig<sup>2)</sup>. For serpentinens vedkommende viser det sig også for Schiøtz vanskeligt at utlede den fra dens kendte forekomster i N., fra Tufsingdalen og Hodalen. På et sted (32, 257) henfører han nemlig med Hørbye Tufsingdalen til „den nordvestgående strøms område“, på et andet sted (32, 258) antydes derimot muligheden av at „de sydover gående ismasser midlertidig har trængt østover indtil Tufsingdalen,“ så her må veksles strømretning mindst én gang for at få blokkene frem. Et sted sættes efter disse blokke bræskillet vestenfor Fæmund, hvis „bestemmelsen av bergarten er rigtig“, „helt op ved grænsen av Trondhjems stift“ (32, 255), et andet sted (32, 258) heter det „dog ikke høiere op end ved Hummelfjeldet ifølge Hørbyes kart“. Noget klart billede av bræbevægelsen fremkommer således ikke, om serpentinen tænkes flyttet fra Tufsingdalen. Fra Hodalen kan heller ikke nogen sydgående strøm tænkes, da sparagmiten er flyttet derfra nordover til anden side av Glomdalen i Dalsbygden (se Str.-st. s. 19). At forøvrig alle spekulasjoner bygget på disse serpentinblokke eller på de fire eller fem eksemplarer Hørbye ialt har

<sup>1)</sup> Kvartsit-sparagmitområdet mellan Storsjön i Jemtland och riksgrensen. Geol. för. förh. B. 11, 1889, s. 155.

<sup>2)</sup> Gabbroen i de „par mindre stene“ skulde ikke være Idre-diabas? Hørbye omtaler små stykker av „grønstene“ øst for Fæmund (S. 340).



fundet <sup>1)</sup> sammen med „røde kongluterater“ eller Törnebohm på Gloløken <sup>2)</sup> er ørkesløse, fremgår også av en anden grund. Ifølge Kjerulf <sup>3)</sup> kan disse „små stene“ være kommen fra konglomeraterne i den røde sparagmit, de „røde kongluterater“, der netop står ved de fjelde, Sölen &c., hvor blokkene er fundne.

I det hele taget kan man jo ikke slutte noget om den sidste bræbevægelse av sådanne isolerede fund. Storbræen må, hvor så dens akse tilsidst kommer, begynde at dannes på de høieste fjeld og må under en flytning av bræskillet sydover først passere de mellemliggende strøk med sin sydgående side. Og til denne tid om ikke til den proteroglaciale tid kan slike isolerede, særlig seige og uforvitterlige stenes flytning sydover henføres. Når man vil ha sikker greie på den sidste bræbevægelse, må man holde sig til masseflytningerne. En eneste blok, hvis hjemstavn kan med sikkerhed vises, angir jo sikkert nok, at der engang har foregået en bræbevægelse i den retning, men denne kan ha været efterfulgt av flere i andre retninger og det er egentlig kun, når talrige løse blokke kan følges i nogenlunde sammenheng til deres hjemstavn, at man kan være sikker på, at man har den sidste bræbevægelse angit. Og det er den, det her gælder.

Av samtlige 17 observasjoner, der skulde tyde på en sidste bræbevægelse sydover i dette strøk, beholder vi efter denne gennemgåelse kun én tilbake (nr. 11), der kan tillægges nogen vægt. Det er de røde sparagmitblokke, der findes spredt omkring tildels i mængde mellem Fæmund og Kvitvola og østover omkring Vålebjerget og enkeltvis sydover på fjeldene vestenfor Engersjøen. Da rød sparagmit „ikke optræder i de søndenfor liggende fjeldhøider“, synes unægtelig disse observasjoner at gi et avgørende bevis for, at den sidste bræbevægelse her har været sydover. Der er dog en række omstændigheter, der gør, at heller ikke her noget sikkert resultat nåes.

Den røde sparagmit viser nemlig „en meget stor petrografisk likhet“ <sup>4)</sup> med dalasandstenen, hvis ekvivalent den er ifølge Törnebohm. Dalasandstenen „vestenom Idre ligner delvis i høi grad den røde sparagmit ved Långå og Hede“, hvilken sidste igen Schiøtz ikke finder forskjellig fra den

---

<sup>1)</sup> 8, 345. <sup>2)</sup> l. c. s. 591. <sup>3)</sup> Udsigt s. 25. <sup>4)</sup> if. Högbom l. c. s. 154.



norske. Også her vil man altså være fuldt berettiget til at avlede de omhandlede blokke fra kendt findested mot SO. — efter skuringsmærkernes retning. Der mangler heller ikke på observasjoner, som bestyrker dette. Man har allerede tidligere fundet blokke af porfyr i nordre Østerdalen, der naturligst avledes fra den store forekomst omkring Herjehogna. Schiøtz så også i det omhandlende lavland syd for Fæmund „enkelte store porfyrblokke“ (32, 249), der kunde være komne samme vei som den røde sparagmit (= dalasandsten) fra Idre-Särna. Han fandt imidlertid i nærheten av Fæmund en opdukkende porfyrknat, der „så ut til at kunne tilhøre den faste fjeldgrund,“ så flytningen sydfra ikke er ganske sikker. Porfyrblokkenes spredte forekomst taler dog for den. Når ifølge Schiøtz (33, 4) granitblokkene på fjeldet vestenfor Lille Engern begynner at vise sig allerede i en høide av 840 m. eller ca. 260 m. over sjøen, vilde man videre, når man stod ubunden av nogen forhånds teori, ikke søke deres hjemstavn på tvers av skuringsretningen nordenfor, hvor graniten kun findes ca. 4 km. opover på motsat side, dypt nede ved dalbunden, når graniten findes i langt større utbredelse og stor høide i SSO. Flytningen derfra er unægtelig rimeligere.

Meget betydningsfull er også følgende observasjon av Schiøtz (32, 250): „Jeg har dog gjort én iakttagelse, der mulig tyder på, at der også har fundet en flytning sted mot NV. i lavlandet nordenfor Kvitvola. På den lave Gløtåsen har jeg nemlig seet nogle små blokke av en eiendommelig klastisk bergart <sup>1)</sup>, der optræder sammen med blåkvarts på nordsiden av fjeldpartiet østenfor Lille Engern“ — altså i SO. omtrent. Schiøtz har øiensynlig fundet det yderst vanskelig at opstille nogen rimelig oprindelse nordfra for denne bergart, der ikke kendes der i fast fjeld. Han har måttet nøie sig med følgende hypotese: „Denne bergart kan dog muligens optræde sammen med blåkvartsen omkring Sorkvola, og blokkene kan da tænkes ført i sydvestlig retning av lokale bræer i slutningen av istiden“ — d. v. s. på tvers av den gennemgående retning hos skuringsstriperne og vel over Fæmunds sydligste del. Man mærker på uttrykkenes forsigtighet, at Schiøtz selv ikke egentlig føler sig tiltalt av denne hypotese. Man finder to berg-

---

<sup>1)</sup> if. senere privat meddelelse er det øiegneis.

arter sammen som løse blokke, hvorav den ene nordenfor kun kendes i NNO., den anden er „eiendommelig“. Disse to bergarter står også sammen i fast fjeld kun en halv mils vei borte i skuringsmærkernes retning. Det er da unægtelig vanskeligt at undgå den nærmestliggende slutning, at flytningen virkelig er foregået søndenfra. En så bestemt lokalisert flytning må klarlig tillægges en stor vægt og synes mere end tilstrækkelig til sammen med granitblokkene V. for Lille Engern og porfyrblokkene ved Drevsjømoen at vise, at de røde sparagmiter syd for Fæmund med vel så stor sandsynlighet kan avledes søndenfra som nordenfra.

Jeg vil imidlertid gå et skridt videre og sige: selv om det her og andetsteds, hvor Schiøtz har påvist fremmede blokke av rød sparagmit (observ. nr. 3, 5 f. ex.), stod så, at bergarten ikke var *påvist* like søndenfor i fast fjeld, måtte man være forsiktig med av denne negative bestemmelse at ville fastslå bræbevægelsen i et strøk, der er i den grad dækket som det mellem Rendalen og grænsen. Det er altid lidt misligt at bestemme blokflytningens retning efter vekslende sedimentære lag, selv i en egn, hvis geologiske bygning er godt kendt, når ikke strøket er meget fast og nogenlunde tvers på bræbevægelsen. Er strøk og fald stærkt vekslende, vil formasjonene, selv om de er meget mægtige, træde for uregelmæssig i dagen. I den her omhandlede egn er den ifølge Schiøtz øvre, grå sparagmit-etasje ved Høgberget kun 30 m. Og faldet veksler uavsladelig og stærkt, så man aldrig kan vite, hvor den røde sparagmit kan træde frem. Når så hertil kommer, at fjeldgrunden er så ganske overordentlig dækket, at man som netop syd for Fæmund kan gå timevis på jakt efter fast fjeld, må man indrømme, at det vil være dristigt at nægte sandsynligheten av, at den røde sparagmit kan optræde på mange steder, hvor den endnu ikke er kendt i det vidtstrakte og ufuldstændig undersøkte strøk. Man er ikke berettiget til at nægte muligheten av, at fremmede blokke kan ha sit oprindelige sted like i nærheten, selv om deres bergart ikke er påvist der i fast fjeld. Dette er så selvsagt, at alle geologer i marken drar direkte slutninger om underlaget av de løse blokke, selv om det ikke lykkes at finde fast fjeld. Jeg skal nævne et par eksempler på, at Schiøtz selv også gør dette. På Noliåsen findes meget ofte samlinger av kalk-

blokke. „Man kan derfor være sikker på, at de ikke kan skrive sig langveis fra“ (32, 60). Den røde sparagmit „træder antagelig op i den vestre dalside, da man finder fjeldmarken bestroet med store blokke“ derav (27, 194). „— — — mange store blokke rød sparagmit, hvorav følger at den må stå i nærheten, skønt han ikke fandt den i fast fjeld“ (27, 191). Når dette ræsonnemang føres stadig således like over for fremmede blokke, hvis bergart ikke netop er påvist like i nærheten, vil man forstå, hvor liten vægt man måtte tillægge det negative argument mot en bræbevægelse nordover, som Schiøtz fører på grundlag av de røde sparagmitblokke (nr. 3, 5 og 11), selv om man ikke kendte bergarten i fast fjeld søndenfor, hvad man som påvist overalt gør.

*En detaljeret kritik av samtlige iakttagelser, Schiøtz anfører som beviser på en bræbevægelse sydover i strøket Rendalen-grænsen, viser således, at man for hver eneste flytblok — når man undtager et par »gabbro«-stene og kalkblokkene nr. 15 — kan påvise bergarten i fast fjeld søndenfor. Om dette undtagelsesvis ikke lar sig gøre, er muligheten for, at bergarten allikevel kan findes i det stærkt dækkede strøk, meget stor, og at spredte blokke kan være bevaret fra den tidligere sydgående bræbevægelse er kun, hvad man må vente. Schiøtz's observasjoner mangler følgelig enhver beviskraft mot teorien om, at den sidste storbræ-bevægelse her har gået mot nord.*

*Men selv om de havde været rigtig tolkede, vilde de dog ikke kunnet være anførte som motbeviser mot setesjø-teorien. Ingen av dem — når undtages da serpentinbiterne — fører nemlig den sydgående bræbevægelses nordgrænse nordenfor den sydligste kendte sete<sup>1)</sup>, den op for Akre ved Lomnæssjøen. Seterne lå altså også i så fald samtlige nordenfor bræskillet og kunde være dannet som strandlinjer i en sjø dæmnet op av en storbrærest, der holdt sig ved et bræskille, der vilde være at trække temmelig nøie som sydgrænsen for setestrøket på mit kart i „Om seter“. Det kunde for den saks skyld været overflødigt at vise, at den nordgående bevægelse selv efter Schiøtz's egne iakttagelser kunde begyndt langt længere syd. Når jeg imidlertid i Strandlinje-studier, uten at der er observeret nye seter*

<sup>1)</sup> Om i observ. nr. 3 „videre mot N.“ når ovenfor, er man i hvertfald kommen op i rød sparagmit på stedet.



længere syd i Østerdalen, dog har lagt bræskillet betydelig længere syd, er det væsentlig på grund av, at bræens høideakse fra Gudbrandsdalens sydligste sete i Fron må tænkes at ha gået i en svak krumning østover til Herjedalen, hvor dens beliggenhet søndenom dalaporfyrens sydgrænse er sikkert bevist. Denne linje kunde ikke ligget nordenom  $61^{\circ} 40'$  i Østerdalen, sydligst i det strøk, hvis blokflytning Schiøtz har studeret, og måtte gået nogenlunde V-Ø., dersom den skulde nå nedenom porfyrgrænsen i Herjedalen.

Hvis den av Schiøtz antagne bræbevægelse sydover begyndte op imot grænsen til Trondhjems stift, måtte storbræens høideakse havt en ganske mærkelig retning. Straks i NO. for Fæmunds sydende begynder nemlig den NV. gående strøm, som også Schiøtz antar som bevist ved Hørbyes og fleres iakttagelser. Schiøtz mener, at bræaksen her har „støttet sig til den mægtige vold av fjelde, der strækker sig fra Städjan mot NO. til henimot Storsjøen i Jemtland“ (32, 258), Tørnebohm (l. c. 591) slutter derimot av blokflytningerne, at den „i den tid, da hovedmassen av de blokke førtes frem, der nu er spredte omkring, lå endnu længere inde i Sverige.“ Selv om man tar de mindst yderlige grænser, som Schiøtz nævner, Hummelfjeld og Städjan, får man dog en avstand på 80—90 km. mellem dem efter skuringsmærkernes almindelige retning. Tar man de nærmeste flytninger, som Schiøtz angir med motsat retning (32, 256—57), er avstanden tvers på flytningsretningen kun 10—15 km. „Av det ovenstående

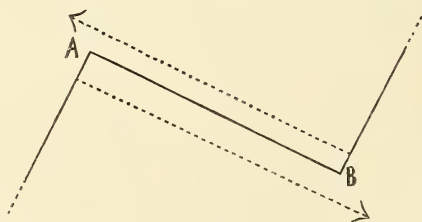


Fig. 2.

følger, at ismasserne langs den nævnte grænselinje i Norge har bevæget sig omtrent parallelt med denne linje (der altså er 80—90 km. lang!), og hvad der er det mærkelige, i motsatte retninger på begge sider av samme.“ Bevægelsen foregik altså efter et skema som vedstående figur, hvor AB er



ca. 90 km. At Hørbye i 1855 (8, 349) kunde tænke sig en sådan lang grænse mellem motsatte strømretninger, kan man forstå. For ham stod endnu „det erratiske fænomen“, „friksjonsflommen“ som noget så helt uforklarligt, at et gåtefuldt fænomen mere eller mindre ikke kunde gøre fra eller til. Men hvorledes prof. Schiøtz nu, da vi dog har begyndt at forstå endel av storbræernes fysik, hvortil han selv har leveret værdifulde bidrag, vil begrunde sin hypotese om en sådan motstrømning, kan jeg ikke sætte mig ind i. Flytblokkene findes på begge sider av den formentlige grænse på fuldstændig ensartet måde, løse på overflaten. Man er derfor ikke berettiget til at henføre dem til forskellige epoker av istiden, og av ovenstående citat får man også indtrykket, at Schiøtz tænker sig de motsatte bræstrømme samtidige. Det kan kun ha været *enten* under den deuteroglaciale storbræs mægtigste udvikling *eller senere* under dens avsmeltning. Hvis det *første* skal være tilfældet, fremhæver Schiøtz selv meget bestemt, at ved mægtige storbræer vil underlagets orografiske forhold spille en mindre rolle med hensyn på ismassernes bevægelse. „Is-skillet beliggenhet vil derfor væsentlig avhænge av isens avsmeltning nedenfor snelinjen og dens bortførelse ved kalvning langs ytterranden, foruten av fordelingen av nedslaget over snelinjen“ (32, 262). I ingen av disse faktorer er det muligt at tænke sig sådan forskel på nogle få kilometers afstand, at bræskillet i en 3—400 km.<sup>1)</sup> bred storbræ skulde kunne forskyves så meget som 90 kilom., om dette i det hele kunde gå an midt i en plastisk masse som en storbræ. Hvis forkastningen av bræskillet virkelig havde skeet efter denne linje, vilde, når to mænd begyndte at gå indover storbræen på hver sin side av den, den ene have nået bræens høideakse, mens den anden endnu havde over fjerdeparten av bræens hele bredde at marsjere for at nå høiden på sin side av grænsen. Dette kan ikke tænkes muligt. — Den linje, efter hvilken bræbevægelsen møter den største motstand, like stor til begge sider, d. v. s. bræskillet, må nødvendigvis også være bræens høideakse, da her isen må hopes høiest op. Og denne høideakse må være bestemt av bræens hovedform i det hele og store tat og ikke kunne gøre sådanne skarpe vendinger på

---

<sup>1)</sup> Solør—Melhus 350 km.

90°, som Schiøtz's hypotese måtte innebære. — At der senere, under avsmeltningen skulde optræde så store forskjelligheter i kort avstand, at bræaksen skulde brytes sådan tvært av, er også yderst usandsynligt. Der findes ingen bratte overgange i de orografiske forhold, der kunde tænkes at forårsake det. Tilbake står da kun det alternativ, at storbræen var opløst i ganske lokalbestemte bræer dengang, da blokkene fortes i disse to motsatte retninger. Men også dette er utænkeligt, både fordi de transporterende bræer må ha havt så uhyre utstrækning — ca. 90 km. ved de til hinanden stødende sider — at der ikke kan være tale om lokale bræer mere, og fordi den rand av høie fjeld i Herjedalen, hvortil bræaksen her skulde støtte sig, er lavere end fjeldene øst for Fæmund, hvorover strømmen gik (1158, 1170, 1200, 1010 m. mot 1434, 1426, 1396, 1148, 1789 m.), så nogen lokal årsak umulig kan ha forårsaket den også av Schiøtz anerkendte nordgående bevægelse.

Som sagt, jeg kan ikke sette mig ind i, hvorledes Schiøtz tænker sig bræforholdene med denne strømgrænse parallel med skuringsmærkerne. Det er likefrem umuligt i dette i det hele så jevne platåland at påvise nogen tilsvarende stor orografisk ulikhet, der skulde forskyve storbræens akse en fjerdepart av bræens bredde — eller utvikle svære lokale bræer med stik motsatte bevegelser i umiddelbar nærhet ved siden av hinanden. Flytblok-avledninger, der måtte føre til en sådan antagelse, må på forhånd møtes med aller største mistænksomhet, man må være berettiget til i vid utstrækning at henvføre dem til forskjellige perioder eller at supponere tilsvarende bergartforekomster i det dækkede strøk på steder, hvor de ikke kendes, men hvor de måtte findes, hvis hypotesen om de motsatte samtidige flytninger skulde undgås. Som påvist er dette ingenlunde nødvendigt, man kan med stor lethed utlede flytblokkene fra forekomster i fast fjeld med en sådan beliggenhet, at man får en fuldstændig ensartethet i flytningsretningerne på begge sider av en regelmæssig, temmelig retlinjet bræakse, der ligger fuldt så langt syd som setesjø-teorien behøver.

Resultatet av denne gjennomgåelse av Schiøtz's flytblok-observasjoner i strøket mellem Storsjøen i Rendalen og grænsen blir altså:

- 1) at en nordgående sidste bræbevægelse ikke er utelukket ved de noterede flytblokke, da deres bergart gennemgående findes i fast fjeld på stedet selv eller søndenfor.
- 2) at en sydgående sidste bræbevægelse kommer i direkte strid med den også av Schiøtz anerkendte bevægelse i et strøk, der grænser til i 90 km. utstrækning, og forutsætter en så skarp grænse mellem motsatte bræbevægelser, at den hverken hos storbræ eller hos lokale bræer kan tænkes betinget ved orografiske eller meteorologiske forskjelligheter i det jevnt byggede land.

Teorien om, at den sidste rest av storbræen blev liggende langt søndenfor vandskillet, blir således ingenlunde svækket ved den prøve, den har gennemgået ved Schiøtz's observasjoner. Før vi forlader disse bør vi tillike undersøke, om de ikke skulde indeholde positive bidrag til den.

Oppmerksomheten fæster sig da først ved de høider o. h. han angir for flytblokkene. Når granitblokkene ved Søndre Renåen findes „indtil 680 m. o. h.“, ved Nordre Renåsæter 660 m., på Myrfjeldet omtrent 680 m. (32, 2) kommer man uvilkaarlig til at tænke på seternes hoide i Glomdalen og Rendalen. Hoidemålene for den første er tidligere givet (s. 133), for Rendalen har vi 666, 674, 671 og 673 m. Tar vi nu hensyn til den sydostover stigende hævnning, må setesjøens nivå ved de nævnte findesteder ligge mellem 670 og 680 m. o. h., altså netop den høide, *indtil* hvilken blokkene går eller i hvilken de er fundne. Med drivisen i setesjøen kunde blokke føres omkring og avsættes i fjæren og lavere, på steder, der kunde ligge i stik motsatte retninger for hjemstedet. Som fremhævet tidligere (Str.-st. s. 17) vil flytningsretninger for alle isolerede blokke i en sete-dal under setens nivå være umulig at bestemme med sikkerhet, og også av denne grund vilde flere av Schiøtz's formentlige flytninger (9, 11 p. p.) sydover være ubrukelige som beviser for *bræbevægelsens* retning.

Selv om disse uttrykkelig noterede høider for flytblokkene blot tilfældigvis er knyttet til sete-nivået, kan man i hvert fald ikke godt regne det for et tilfælde, når de vidtstrakte „flate sand- og grusmoer“ syd for Sølen mellem Rena og Klara overalt „holder sig i omtrent samme høide, ca. 670 m. o. h.“ (33, 4). Man har altså her et „sand- og grusfyldt bassin“, netop i sete-nivået. Seten ved Akre i Rendalen er målt



til 673 m. Både „bassinet“, materialet og nivået forklares direkte ved setesjø-teorien. Det er jøkelgrus, der er ført frem av den søndenfor liggende storbrærest og avlagret i den sjø, denne dæmmede op nordenfor til vandskillets nivå. Schiøtz's forklaring synes mig i sammenligning hermed meget søkt. *Materialiet* skal være kommet fra Sølen. „Dette mægtige fjeldparti“ er imidlertid i virkeligheten meget litet mægtig i forhold til fjeldvidden. Det er en 1800 m. høi dobbeltkegle, hvis basis imidlertid ikke kan anslåes til mere end en halvhundrede kvadratkilometer. At den skulde båret en lokal brærest mægtig nok til at levere al den grus og sand, der ligger utover i det omtalte kanskje dobbelt så store bassin, er litet sandsynligt — og man måtte desuten fra samme lokale bræ ta det meste av det løse grus i de endnu meget større grusflater nordenfor Sølen. *Bassinet* skal være fremkommet ved oversvømmelser „under en rikeligere vandtilførsel, sådan som må ha fundet sted, mens isen lå over Sølen“ ved, at Misteråen, der nederst er „indknepet i en lang og trang dalslukt“, ikke kunde skaffe avløp hurtig nok. Hertil kan siges, at omtalte dalslukt sikkerlig er en væsentlig postglacial dannelse fra tiden efter bræerne var forsvundne. Slike gel (canons) dannes meget hurtig i elvestryk i bergarter, der som sparagmitsandstenen her let falder i kvadere. Det viser sig da også, at „sandavleiringerne er brat avskårne mot elveleiet,“ hvilket umulig kunde været tilfældet, hvis dette eksisterede ved sandens avleiring. Et bassin må nødvendigvis være indesluttet av høiere bredder, men fjeldmarken her er fuldstændig åpen til både Fæmundselven og Rena og holder mot denne sidste. Noget bestemt *nivå* kan der ikke heller bli tale om under disse omstændigheter.

Når Schiøtz trods dette siger: „Det er her ikke vanskeligt at forklare denne opfyldning uten at behøve nogen speciel avspærring av bassinet,“ så kan jeg følgelig ikke være enig i dette, da jeg ikke kan tænke mig noget bassin her på en heldende flate uten høiere bredder. Når disse moer må være avsatte under vand, må dette være stemmet ved en dam, der samtidig hindrer avløp gennem både Rena og Klara og som holdt vandet ved et nivå, der netop svarede til Østerdalens skar over til Guldalen. Lokale bræer av tilstrækkelig størrelse kan ikke tænkes på den lave fjeldmark, man er henvist til selve storbræen — d. v. s. disse svære flate sand-



moer kan kun forklares ved setesjø-teorien — som derfor direkte kan utledes av dette av Schiøtz beskrevne fænomen.

Det er et godt tegn for en teori, når et fænomen, der beskrives av en motstander av den, føier sig så naturlig ind i den, således som disse av Schiøtz beskrevne sandavleiringer ved Misteråen gør til setesjø-teorien. Endnu bedre er det, når man endog finder nye og uventede argumenter for den i observasjoner, der fremføres mot den. Dette mener jeg utvilsomt er tilfælde med de *moræner*, som Schiøtz nævner fra strøket Rendalen—grænsen. Disse betragtes som mærker enten efter storbræen på dens tilbaketog mot vandskillet eller efter lokale bræer, der „må ha fyldt dalene, efter at indlandsisens magt var brudt“ (*MS*). Nu — lokale bræer i de høieste fjeldpartier kan jo tænkes, enten storbræen trak sig væk fra omgivelserne nordover eller sydover. Det er kun morænerne i *hoveddalene*, der nogenlunde sikkert kan henføres til storbrærandens egne jøkler. Av sådanne omtales (32, 253) efter Meinelich de store, op til 60—80 m. høie moræner nordenfor Store Engersjøen i Engerdalen og de op til 170 m. høie, svære moræner nordenfor Sensjøen i Fæmunddalen. For den tredje hoveddal, Rendalen, kunde tilføies (efter Kjerulf) den vakre moræne nordenfor Storsjøen og for Glomdalen morænerne Kopang—Tresen nordenfor Storelvdalens ufuldstændig fyldte sjø. De øvrige er knyttet til tverdale. Her falder det straks i øie, at alle de nævnte ligger på nogenlunde samme breddegrad og ved *nordenden* av dalførenes største sjøer. Hvis dette sidste havde indtruffet blot i den ene dal, *kunde* det jo tænkes, at jøkelen nordenfra ved et rent tilfælde havde stanset like ved begyndelsen av indsjøen, skønt det isåfald blir uforklarligt, at ikke bræslammet og al den sand og aur, de store bræelve fra så svære jøkler må ha ført, har fyldt sjøen. Morænerne begynder imidlertid straks ved den nuværende vass-ende. Det er i det hele så vanskeligt at tænke sig en sådan tilfældig optræden av store moræner ved *øvre* ende av indsjøer, at selv *Kjerulf*, der var en så bestemt motstander av „de store bræbevægelser opad“, drar den slutning av 4 slike moræner ovenfor sjøer, at de „utpeker en retning opad i disse lukkede daldrag.“ (Udsigt s. 43.)

*Når moræner imidlertid findes i samtlige hoveddale ovenfor de største indsjøer, der optræder parallelt med hinanden, må*

enhver tilfældighed være utelukket. *Morænerne* må på regelmæssig vis være lagt op foran jøkler, der fyldte sjøerne og altså må ha gået nordover.

*Helland* har (Om beliggenheden af moræner og terrasser foran mange indsjøer. Öfversigt af Kgl. Vet. Akad. Förhandl. Sth. 1875 No. 1.) bevist den almindelige genetiske sammenhæng mellem indsjø og moræne, og at de rækkevis optrædende indsjøer med moræner foran betegner langvarige konstante stadier i storbræens historie. Det samme må klarlig været tilfældet i Østerdalen. *Hellands* sikre slutningsrække kan helt overføres på indsjøerne her. *Denne morænerække nordenfor de store sjøer betegner nordenden av storbræen i en langvarig periode. Denne kan ikke være nogen anden end den samme, i hvilken istrykket holdt landet i det nivå, hvorunder seterne dannedes ved stranden av de sjøer, der blev dæmmet op til vandskillet av storbræen.*

Så langt fra at motbevise setesjø-teorien har man altså i disse moræner, der kun kan være avsat av nordgående bræer<sup>1)</sup>, et nyt selvstændigt bevis for, at den sidste storbrærest har ligget så langt fra vandskillet.

Man har tillike fundet et nyt middel til at bestemme bræskillet beliggenhet foruten skuringsstriper og blokflytninger samt seter og høifjeldsterrasser, nemlig moræner ved øvre ende av indsjøerne.

La os se hvorledes disse forskellige bestemmelser falder sammen i Østerdalen. Vi har altså den omtalte *morænerække* nordenom de store dalsjøer. Ved disse sjøer optræder også de første „påbyggede“ *terrasser* (sml. Str.-st. s. 20), der mærker setesjøens begyndelse. For egnen Rena—Klara kan man anføre de omtalte sandmoer i seternes nivå. De sydligste kendte *seter* ligger i Glomdalen 15 km. nordenfor, ved Atnas utløp, i Rendalen derimot like nordenfor morænen ved Storsjøens nordende, ved Akre. *Skuringsmærkerne* er både på grund av bergartens natur og det tætte løse dække meget sjeldne og isolerede,

---

<sup>1)</sup> Jeg finder det ikke nødvendigt videre at imøtegå Schiøtz's påstand, at morænerne tilhører sydgående bræer; den fremkommer nemlig altid (32, 164; MS.) uten nogensomhelst begrundelse. Blokkene i morænerne synes stedse at være stedets egne, og selv om en enkelt overflatisk blok kunde bevises at stamme nordenfra, kan den være ført av drivisen i setesjøen eller tilhøre en tidligere periode.

og bevægelsesretningen kan derfor ikke bestemmes engang med den sædvanlige tilnærmelsesvisse sikkerhet.

Tilbake står bestemmelsen av den nordgående *blokflytnings* sydgrænse. Vi har seet, at vi for alle fra Schiøtz's to specialarbeider om bræbevægelsen hentede blok-observasjoner er fuldt berettiget til at anta en nordgående storbræbevægelse, men da Schiøtz for de fleste også kan påvise bergarten nordenfor, hjelper disse os ikke stort. Derimot indeholder hans avhandling om egnens almindelige geologi iakttagelser, der såvidt jeg ser indeholder et utvilsomt bevis for, at den sidste bræbevægelse i Klaradalen har været nordgående endnu så langt syd som ved Sensjøen.

Da dette er de sydligste iakttagelser av nordgående blokflytning skal jeg gengi det utførlig.

„Blokke og stene av den gamle røde sparagmit findes strødde omkring hist og her på Rømundfjeldet [Kvitvolas kvartsitetasje] like indtil op på toppen, 1200 m. o. h. I den søndenfor liggende Kampfluhøide har jeg tidligere seet lignende stene; iår har jeg desuten iakttaget, at sådanne blokke, tildels ganske store, er spredt omkring på fjeldstrækningen søndenfor — — Kampfluhøiden sydover til Eltdalen; ofte sees her liggende i fjeldgruset de røde jaspisfarvede knoller — — de rødlig kvartsknoller — — som svarer til dem man hyppig ser i konglomeratet øverst ved Eltåen og i Ryensjøbjerget,“ hvor altså den røde sparagmit står i fast fjeld (33, 95—96 sml. 32, 246).

Når man læser denne observasjonsrække uten forutfattat mening om bræbevægelsens retning, kan man ikke være et øieblik i tvil om, at man her har en flytning nordover, der er fulgt i sammenheng fra Eltdalen til Rømundfjeld, 7 km. efter skuringsmærkernes hovedretning NNV., med bergarten i fast fjeld i SSO. Man har ingen grund til at søke tvers av bræbevægelsens normalretning til Ryensjøbjerget for at finde blokkenes hjemstavn. Fra forekomsten her avledes derimot naturlig konglomeratblokkene „i sydskråningen av Børvæggen“, ved Stokbækken o. s. v. (32, 246); også flytning mot NNV. — Naturligvis må muligheten av, at det røde konglomerat også kan stå i det mellemliggende, dækkede strøk, ikke glemmes, men som observasjonene foreligger, er man fuldt berettiget til



at henføre blokkene til det nærmeste sted i fast fjeld, hvortil de uavbrutt leder i skuringsmærkernes retning.

At blokflytningen er gået nordover gøres videre så temmelig til en kendsgerning ved en anden observasjon av Schiøtz (27, 184—185). På den fremspringende nordkant av Rømundfjeld fandtes 1000 m. o. h. kalkblokke liggende ganske løst på den blottede fjeldgrund, 35 m. lavere, i VSV., „stak mange kalkblokke op av jorden, så at kalken rimeligvis stod her i fast fjeld,“ hvad den tydelig gør noget længere syd ved Hægbækken ved 956 m. „Blokkene må altså være bragte op på fjeldet fra den nedenfor liggende kalkskifer, og antager jeg, at isen også her, som overalt ellers, har været det agens, der har flyttet stenene avsted. En del av den ismasse, som engang har dækket platået vestenfor Rømundfjeld, må nemlig ha bevæget sig nordover — —.“ For at få disse kalkblokke drevet 30 eller 44 m. opover fjeldet til hele 1000 m. høide må Schiøtz nødvendigvis forutsætte en bræ på 100—200 m. mægtighet over det 800—900 m. høie platå, der skrår vestover mot Osdalen. Når man tænker på, at Jostedalsbræen kun tillægges en gennemsnittsmægtighet av 50 m., vil man forstå, hvad det 2—4 dobbelte vilde gi for en lokal bræ. Og nogen speciel foranledning i egnens topografi til stærk lokal brædannelse findes der absolut ikke. Her er svære flate fjeldvidder på under 1000 m. høide der avtar sydover. Man har ingen anden utvei til at forklare den fornødne mægtige nordgående bræ her i istidens slutning end at betrakte den som en storbrærest av betydelige dimensjoner.

Man har altså samlet på et meget litet område følgende av hinanden uavhengige iakttagelser, der fordrer en nordgående sidste bræbevægelse:

- 1) Eltåens konglomerat i sammenhengende blokkestrøm nordover til Rømundfjeldet.
- 2) Rømundfjelds ortokerkalk flyttet nordover og opover bakke av en mægtig bræ, der på grund av fjeldplatåets ringe høide kun kan tænkes at være en storbræ-rest.
- 3) Ved Rømundfjelds fot i Fæmunddalen den 170 m. høie moræne ovenfor Sensjøen.
- 4) Fæmunddalens røde sparagmit er her ikke ført længere syd i dalen i blokke end den står i fast fjeld.



Ved disse iakttagelser må vel beliggenheten av den sidste storbrærest i Fæmundsdalen være fastslået med meget stor sikkerhet. Den har ligget søndenom Rømundfjeld  $61^{\circ} 35'$ . Antar man  $61^{\circ} 30'$  for bræskillet i Østerdalen kan man ikke være synderlig langt fra det rigtige, da sydgående bevægelse tar ved ikke langt søndenom (Blækkufjeld 32, 246 og 247).

Dette faste punkt til bestemmelse av den sidste bræbevægelse i Østerdalen er altså fundet — i strid med prof. Schiøtz's teorier — på grundlag av hans iakttagelser. I det hele er setesjø-teorien ikke alene kommet uskadt gjennom prøven ved Schiøtz's rikholdige overflate-observasjoner, men beriket med nye argumenter og støttet til nye iakttagelser.

b) *Prof. Schiøtz's teoretiske bevis for, at bræskil og vandskil tilslut må falde sammen.* I avhandlingen „Om merker efter istiden“ behandler prof. Schiøtz hovedmomenter i bræbevægelsens mekanik og fremsætter da følgende sats: „Det er let at vise, at tyngdekraftens arbeide på strækningen mellem isskil og vandskil må forminskes, når isens mægtighet avtar, mens friksjonsarbeidet holder sig nogenlunde uforandret på grund av den voksende hastighet. Herav kan vi drage den vigtige slutning, at isens tykkelse over vandskillet ikke kan synke under en bestemt størrelse, når dette skal befinde sig i en given avstand fra isskillet. Eftersom isens tykkelse avtar, må derfor isskillet rykke nærmere hen til vandskillet og tilsidst falde sammen med det.“ I en først senere trykt avhandling, som prof. Schiøtz har været så venlig at la mig se i manuskript („Om isskillets bevægelse under avsmeltningen av en indlandsis“)<sup>1)</sup>, er denne sats nærmere utviklet. De resultater, Schiøtz kommer til ved denne nøiere fysikalske behandling av spørsmålet, har han i et brev til mig samlet til følgende resumé:

„Jeg finder, at virkningen av avsmeltningen med hensyn til isskillets bevægelse kan være forskjellig; sålænge isen er meget mægtig, kan isskillet holde sig uforandret, ja selv vike længere tilbake fra vandskillet end forut; men når mægtigheten er blit meget liten, så indtræder med nødvendighet, hvad jeg tidligere har nævnt, at isskillet må rykke mot vandskillet, hvis man ikke vil forutsætte — —, at snelinjen rykker så høit

---

<sup>1)</sup> se dette bind s. 102—111.

op, at den under avsmeltningen kommer til at ligge over eller like ved isdækkets høidepunkt.“

Hvis de forutsætninger, prof. Schiøtz er gået ut fra, var rigtige, vilde hele setesjø-teorien og alle de derav avledede konsekvenser være dømt. Dens grundsats, at sidste rest av den deuteroglaciale storbræ lå langt søndenfor vandskillet, var en fysisk umulighet.

Det er dog på forhånd klart, at der må være et eller andet feilagtigt i Schiøtz's fremstilling. Ti hvis det var en fysikalsk nødvendighet, at en storbræ måtte trække sig tilbake mot vandskillet under avsmeltningen, måtte *overalt* mærkerne efter den sidste brædækning peke nedad fra dette. Under bræskillet's flytning mot vandskillet måtte det sidste brædække overalt søndenfjelds bli storbræens sydside. Men nu anerkender Schiøtz selv, at når man kommer nordenfor Fæmunds sydende, bærer overflaten kun mærker efter en nordgående bevægelse, fra den høie fjeldrække, hvortil bræskillet skal ha støttet sig, opover dalene til den høiere fjeldrække øst for Fæmund. Denne kendsgerning kan Schiøtz kun forklare ved at anta at det sidste, sydgående brædække hverken selv har efterladt sig nogen mærker eller formået at utslette mærkerne efter den tidligere bevægelse i motsat retning.

Men denne antagelse lar sig ikke forsvare. Selv om den sydgående bevægelse var så svak, og storbræens sydside på dette tidspunkt var så litet mægtig, at nogen større blok-flytning sydover ikke fandt sted, måtte man dog anta, at de løse blokke, der ved formasjonsgrænserne fandtes flyttet nordover, blev flyttet tilbake. Men både i Gudbrandsdalen, Østerdalen og Jemtland findes blokkene like ved grænsen *blot* flyttet nordover. — Sådan aldeles ovenpå overflaten kunde heller ikke de fremmede nordoverflyttede blokke regelmæssig holdt sig under et senere brædække. De har klarlig fåt sin frie situasjon ved bræens sidste smeltning. — Selv om man bent imot disse kendsgjerninger vil fastholde, at flytblokkene har kunnet hævde sin plads, efter at storbrærestens bræskille havde passeret dem, og også den sydgående bræside havde ligget over dem, er dette likefrem umuligt for andre overflatedannelsers vedkommende. Når vi på en 100 km. bred strækning, Foldalen til Aursuen, overalt i dalmundingerne på hoveddalenes sydside finder høifjeldsterrasser høit oppe over dalbunden og utvilsomt

bygget op av materiale, der er ført søndenfra — sparagmit-sanden i Trondhjemsskiferen — er man på engang utelukket fra forklaringen av disse terrasser ved lokale nordgående jøkler, og fra muligheten av at hævde, at det sidste brædække her har tilhørt en storbræs sydside (sml. s. 133).

Disse terrasser optræder i stor mægtighet i samtlige tverdale fra syd, og et overslag over, hvor stor del av de 100 km. der utgøres av disse tverdale, vilde vistnok føre til lignende resultat, som tidligere viste sig for Østerdalens hoveddale (se s. 128), at de jøkler, der fyldte dem, måtte komme fra moderbræer, der nødvendigvis måtte hængt sammen som én storbræ. Hverken store lokale bræer eller en sådan storbræ kan tænkes fremkommet på de lave fjeldvidder søndenom, uten som rest av den deuteroglaciale storbræ. Disse terrasser fordrer altså en storbrærest søndenfor sig til forklaring av sin oprindelse. Og på den anden side viser deres overflate, at de umulig senere kan ha ligget under nogen storbræ. Det er ikke alene deres tildels mange kvadratkilometer store jevne sandmoer, der ikke kan tænkes vedlikeholdt under en bræ i et så kuperet land som Norge, men også deres typiske terrassefot — mælerne. Ved sine bastion-formede fremspring foran tverdalenene i setenivået, høit over hovedelvans rækkevidde, viser de sig som utvilsomme akkumulasjonsterrasser — ikke erosjonsterrasser, som Blytts teori for høifjeldsterrasserne vil. Mælen, terrassefoten er altså oprindelig, og den har den dag i dag det typiske jevne avfald, som vi kender fra de marine sandterrasser; hvilket naturligvis måtte været ødelagt og utvasket under en sydgående bræ med så stor mægtighet, at den fyldte dalen. Og over disse 100 km. dalfører med høifjeldsterrasser måtte jo bræskillet i selve den deuteroglaciale storbræ ha vandret, hvis Schiøtz's bevis for nødvendigheten av, at bræskil og vandskil tilslut måtte falde sammen, var riktigt — hvis man da ikke vil anta to storbrærester, en ved vandskillet og en på det lavere fjeldplatå søndenom seterne. Også *seterne*, især engseterne med deres milelange jevne overflate og fint formede knækant viser, at aldrig nogen storbræ har skredet over dem. Hvis de var dannede efter storbræen havde trukket sig nordover, har man ingen anden teori at opstille for deres dannelse end den — som vist — aldeles uholdbare Melvin-Blyttske.



For atter at genta det: Blokflytningen viser med sikkerhet, at bræskillet engang har ligget langt søndenom vandskillet. Høifjeldsterrasserne og seterne viser like sikkert, at intet bræskille kan ha flyttet sig over dem efter deres dannelse. Deres dannelse kan videre kun forklares ved antagelsen av en storbræ søndenom setestrøket. Altså kan bræskillet ikke ha flyttet sig over setestruket til vandskillet, hvis man ikke vil anta, at der søndenom, efter storbræens tilbaketog, ja fuldstændige forsvinden fra vandskilsskarene, opstod en ny storbræ, der flyttede de løse blokke og høifjeldsterrassernes materiale nordover og dæmmede setesjøer. Muligheten av denne antagelse er imidlertid utelukket ved de topografiske forhold, der ikke kan foranledige nogen stærk lokal brædannelse her.

Overflatefænomenerne i setestruket viser således — som sagt på forhånd, at der må være en hovedfeil i Schiøtz's beregning, når den fører til det resultat, at bræskil og vandskil tilslut *må* falde sammen. Det gælder da at påvise, hvori feilen stikker.

Det fremgår nu straks av Schiøtz's egen utvikling, at de forhold, av hvilke han drar den slutning, at bræskillet må rykke mot vandskillet, først indtræder, når avsmeltningen er vidt fremskreden. Sålænge bræen er meget mægtig, kan det endog under avsmeltningen „vike længere tilbake fra vandskillet end forut.“ Det fremgår videre, at bræens tversnit over vandskillet må være temmelig ubetydeligt, før de forhold mellem tyngdekraft, friksjon og motstand fra utenforliggende brædele er indtrådt, der bringer bræskillet til at flytte sig. Dette sker nemlig først, når „der ikke kan føres så meget is over vandskillet [med rimelig hastighet], som der utkræves for at isskillet skal bli liggende uforandret.“ Dette må da „rykke mot vandskillet, indtil den mængde is, isdækket mellem vandskillet og det nye isskil taper, netop er lik den mængde, som nu kan strømme over vandskillet“ (MS). Da overflatens stigning fra vandskil til bræskil ikke kan være stor, må bræens tværsnit også ved bræskillet være „meget liten“. I det strøk, Schiøtz særlig har beskæftiget sig med, Østerdalen, ligger vandskillet gennemsnitlig neppe over 1000 m. o. h. Snegrænsen anslæes til 1600 m. Med de nuværende klimatiske forhold, vilde altså bræen endnu ha en mægtighet av ca. 600 m., da den kom under snegrænsen. Men isåfald kunde der endnu



ikke være indtrådt de forhold mellem fremdrivende og motstående kræfter i bræen, der skulde trække bræskillet mot vandskillet. Bræen var endnu ikke blit „meget liten“. Og ved den videre avsmeltning vil altså snegrænsen komme til at ligge over isdækkets høidepunkt, og således behøvede heller ikke da, som Schiøtz viser, nogen forandring i bræskillet's beliggenhet at indtræde. Selv om snegrænsen lå et par hundrede meter lavere end nu under avsmeltningen, vilde i dette strøk vel neppe de i Schiøtz's beregning forutsatte forhold kunne indtræde. Og at klimatet under avsmeltningsperioden i hvert fald ikke kan ha været kaldere end nu, det fremgår direkte av det faktum, at bræen er forsvunden fra de svære fjeldplataer, der ligger like ved snegrænsen. Søndenfor 61<sup>o</sup> ligger mindst 5000 km.<sup>2</sup> over 1200 m., og snegrænsen sættes, skönt kanskje for lavt, ved Folgefons østside netop ved 1200 m. o. h. Kristians amt har ca. 1200 km.<sup>2</sup> over 1500 m. og snegrænsen sættes til 1500—1550 m. Lå snegrænsen det mindste lavere end nu, og disse vidder først var dækket av en bræ, kan man være ganske sikker på, at de vilde beholdt den. Selv med det nuværende klima vilde de konservative egenskaper, store bræer har, vistnok sikret deres vedvaren.

Vi kan således for Østerdalens vedkommende med sikkerhet sige, at betingelserne for, at bræskillet skulde flytte efter den av Schiøtz påviste lov, aldrig kunde indtræde, sålänge snegrænsen ikke lå ganske betydelig lavere end nu, hvad den under den postglaciale avsmeltningstid ikke kan ha gjort.

Schiøtz's lov har således her kun teoretisk interesse. Når Schiøtz antar, at bræskillet virkelig har flyttet sig i overensstemmelse med den, er han imidlertid gået ut fra denne forutsætning, at „snelinjen langsomt har hævet sig, men således, at den hele tiden har holdt sig under isskillet.“ „Dette kan man“, heter det, „uten videre slutte derav, at der endnu i lang tid, efterat den egentlige indlandsis var forsvunden, holdt sig lokale bræmasser omkring de høiere fjeldpartier i det indre av landet.“ Vi får se lidt nøiere på dette formentlige bevis fra de lokale moræner. Vi må først utelukke alle moræner i fjelde, der lå som nunatakker over storbræen, som f. ex. Jotunheimens tinder. De kunde beholde sine lokale bræer, selv om snegrænsen lå høiere end bræskillet, og de kunde få dem igen, om de i en varmere tid end nu var forsvundne. Vi får end-

videre utelukke dem, der blev lagt op foran mere utskilte tunger av selve storbræen, der ofte vil se ut som de var lokale. Kun sådanne moræner, der ikke tilhører nogen av disse kategorier, kan benyttes som bevis for en lavere beliggenhet av snegrænsen end nu under storbræens tilbaketog. Sådanne moræner tror jeg ikke kan påvises. Blytts hypotetiske jøkler fra netop de høieste fjeldpartier Jotunheimen, Snehætten og Rondene har, som vist ovenfor, ikke eksisteret. Jeg har likeledes vist, at de store moræner i Østerdalførene ovenfor de store sjøer må være lagt op foran jøkler fra selve den sidste storbrærest søndenfor og ikke av sydgående bræer. Til den række disse utgør hører måske også de vidtstrakte moræner i Osdalen. Morænerne østenfor Fæmund kan tilhøre jøkeltunger fra storbræen bakenfor, der brøt frem gjennom skarene — for de høiestes vedkommende (Svukuen f. ex. 32, 265) muligens være fra lokale bræer fra den tid, fjeldene lå like indpå eller i storbræen. Samtlige de øvrige, som Schiøtz nævner (32, 251—253. 264; 33, 5) kan med største lethed henføres til selve storbræranden, under dens skridtvisе tilbaketog sydover — ofte kanskje til jøkeltunger, der fra storbræen oppe på platået gik ned i den allerede bræfri, setesjøfyldte hoveddal<sup>1)</sup>. For *ingen*, der nævnes fra „den lavere liggende fjeldmark“, er beviset for deres lokale begrænsning ført og vil aldrig kunne føres, da en snegrænse ca. 600 m. lavere end nu (fjeldmarkens maksimumshøide) vilde frembringe en storbræ, ikke smelte den væk. Men blot i så fald kunde det av Schiøtz søkte argument for en lav postglacial snegrænse gælde.

Schiøtz's forutsætning, at snegrænsen aldrig kom over is-skilletts bræhøide, måtte således være uriktig, selv om klimatet under den postglaciale tid aldrig havde været mildere end nu. Dette kan man imidlertid vise, at det har været i lange perioder, ved de eiendommelige forhold i Norges flora, hvis store betydning for den historiske klimatologi *Blytt* har påvist. Man kan her endog søke at finde nærmere bestemmelser for klimatet i den postglaciale tid.

Det er særlig to relikt-floraer i Norge, der bestemt for-

---

1) I hvilken utstrækning de mange av Schiøtz opførte moræner ved tverelve ikke er moræner men almindelige setesjø-terrasser, kan ikke sees. Oplysning om form eller materiale mangler.

langer høiere temperatur for at kunne nå sine nuværende voksesteder — en med boreal karakter, en anden med atlantisk. I urerne i Indre Sogn findes en hel samling planter, der kræver stærkere sommervarme end der nu findes både langs kysten og over skarholderne til Østlandet. For at disse skal ha kunnet nået frem til Sogn, må sommertemperaturen en lang tid ha været så meget høiere, at der også i mellemrummene var varmt nok til, at denne flora kunde trives. Denne boreale vegetasjon i urerne ved Sognefjorden er tydelig knyttet til juli-isotermen for  $15^{\circ}$ , et lokalt maksimum, der på alle kanter omgives av lavere temperaturer. I de inderste fjorde søndenfor er temperaturen vistnok omkring  $14^{\circ}$ , men forat komme forbi Folgefons-halvøen må man passere gjennom strøk der ligger utenfor også  $14^{\circ}$ -isotermen. Der fordres altså en temperaturhævning av mindst  $1^{\circ}$  for at sette den lokale  $15^{\circ}$ -isoterm i Indre Sogn i forbindelse med den almindelige nord-europæiske. Et lignende lokalt maksimum på  $14^{\circ}$  findes i Indherred (Ytterøen 13,6, men høiere på fastlandet indenfor). Også her er det skilt fra den almindelige  $14^{\circ}$ -isoterm ved strøk på over  $1^{\circ}$  lavere julitemperatur, og også her findes nordgrænsen for flere boreale planter, *Pyrus malus* &c. — Nu viser disse vegetasjons-øer sig som ægte reliktfloaraer. De har kun hævdet sig i de tørre urer, hvor solen har aller mest magt. Klimatet passer så litet for dem, at de kun til nød kan holde de gunstigste posisjoner. Nogen seierig fremrykning er der ikke tale om. For at de i det hele har kunnet sprede sig, må der derfor forutsættes et endnu varmere klima, end de nu vokser i. Sommertemperaturen i de adskillende strøk må altså være hævet mindst  $2^{\circ}$  for at slippe disse boreale vegetasjonsgrupper frem til Sogn og Trøndelagen.

Da disse planteformasjoner fordrer tørt klima, kan ikke varmistigningen tænkes ledsaget av en så sterkt øket nedbør, at snegrænsen allikevel kunde holdt sig så lavt som nu. Med øket nedbør måtte man forlange en endnu høiere temperatur for, at disse boreale planter skulde kunne sprede sig.

På sydostkysten av Norge har man en anden mærkelig reliktfloara, der kan karakteriseres som *Ilex*-floaraen. Det er en kystfloara, der er skilt ved et langt sprang fra sin vesteuropæiske, atlantiske hovedutbredelse. Denne vegetasjonsgruppe tåler ikke kulde, den er innskrænket til egne, hvor januar-



temperaturen er over  $1^{\circ}$ , og hvor årets koldeste dag gennemsnitlig ikke falder under frysepunktet. For at ha vundet sin nuværende utbredelse må denne flora vandret rundt Skagerak gennem egne, hvor januarterperaturen nu er under  $\div 2^{\circ}$  (Sandøsund  $\div 2,2^{\circ}$ ), og hvor „koldeste dag“ er  $\div 3—\div 5^{\circ}$  (Sandøsund  $\div 2,7^{\circ}$ , Kristiania  $\div 5^{\circ}$ ). For at dette kan ha været muligt, må man havt en temperaturstigning av henimot  $4^{\circ}$  for januar.

Den boreale flora fordrer en stigning i julitemperaturen av over  $2^{\circ}$ , den atlantiske en stigning av januarterperaturen av omtrent  $4^{\circ}$  for, at deres vandring til deres nuværende hjemsteder i Norge kan ha været mulig. Vi er således tydeligvis sikre på, at det nødvendige overskud i årstemperaturen må ha været mindst  $3^{\circ 1)$ . Da Norges forhold til det nedbørbringende hav har været uforandret i hele den postglaciale tid, er vi ikke berettiget til at anta nogen *væsentlig* forandring i nedbørsforholdene, og snegrænsen må derfor i lange periode av den postglaciale tid været hævet i forhold til denne temperaturstigning. Temperaturfaldet med høiden anslåes til  $0,5—1^{\circ}$  pr. 100 m. Holder man sig til den sandsynligste størrelse  $0,6^{\circ}$  pr. 100 m., vil man med  $3^{\circ}$  temperaturstigning få snegrænsen hævet hele 500 m. Man kan til bestemmelse av snegrænsens høide også gå direkte ut fra den temperaturstigning for juli og januar, der fordres av floraen. Et borealt, tørt klima må hæve snegrænsen betydelig med over  $2^{\circ}$  stigning, et atlantisk, fugtigt forholdsvis mindre med  $4^{\circ}$ . Videre falder temperaturen hurtigere med høiden i kystklima end i kontinentalt klima (Woeikoff. *Klimate der Erde* I. 237). Man vilde således komme til omtrent samme resultat angående snegrænsen ved at gå ut fra den ene som fra den anden og fra begge tilsammen — *ca. 500 m.s høiere snegrænse end nutidens i de varmere perioder, da den sydlige flora indvandrede. Dette vil sige, at snegrænsen lå under en stor del av den postglaciale tid i det sydlige Norge 1500—2000 m. o. h.* Vi har tidligere omtalt, at nunatakformerne og mangelen på „erratiske fænomener“ hos de høieste fjelde viser,

1) Til sammenligning kan mærkes, at E. Brückner (*Klimaschwankungen seit 1700*. Wien 1890) påviser en ca. 35-årig klimatisk periode 1700—1850, med  $1^{\circ}$  amplitude i temperaturkurven. At anta blot  $3^{\circ}$  for den temperaturstigning, floraens mærkelige sprang fordrer, synes i sammenligning hermed forholdsvis lidet.



at storbræen aldrig kan ha nået over 2000 m. høide o. h. Ved vandskillet vil den således i hvertfald meget tidlig være sunket under snegrænsen, længe før den blev „meget liten“.

Under det klima, som indvandringen av disse sydlige plantegrupper forudsætter, vil altså de forhold i hvertfald ikke indtræde, da bræskillet efter Schiøtz's lov måtte rykke mot vandskillet.

Der kan indvendes mot foranstående *enten*, at denne indvandring har foregået i så kort tid, at dens varme periode ikke har været væsentlig bestemmende i storbræens avsmeltningshistorie, *eller* at den indtrådte så sent, at storbræen allerede var kommen ind under Schiøtz's lov eller helt var smeltet bort.

Den første mulighed er klarlig utelukket. Spredningen av en så væsentlig bestanddel av Norges flora som den boreale over mange breddegrader har utvilsomt fordret meget lang tid, og det varme klimat må ha spillet en avgørende rolle i storbræens smeltning, så sandt denne ikke allerede var avsluttet.

At spredningen av de sydligste elementer i Norges flora først er foregået i en nær fortid, og at der langt ned gjennom den postglaciale tid har hersket en temmelig arktisk flora, hævdes derimot bestemt henholdsvis av *A. Blytt* og *G. Andersson*.

Da jeg her ikke kan gå nøiere ind på problemet: Skandinavien's hævnning, skal jeg ikke egentlig opta den hanske, *G. Andersson* har kastet til „de norske geologer“ i dette spørsmål <sup>1)</sup>. Men da det gælder at bevise, at temperaturen i særdeles lange postglaciale tider har været høiere end nu, er jeg nødt til at komme med et par bemærkninger like over for hans formentlige bevis for, at der har hersket en arktisk flora og altså et arktisk klima i Sydsverige og det sydøstlige Norge gjennom den væsentligste del av *hævningstiden*, der jo også utgör en væsentlig del av den *postglaciale* tid.

Anderssons bevis føres på grundlag av 4 fund av fossile arktiske planter i en høide over havet, der ligger adskillig under „M. G.“, den høieste marine grænse = den epiglaciale, endog helt ned til mindre end 18 % M. G. da altså over  $\frac{4}{5}$  av hævnningen skulde være fuldendt. Seternes og strandvol-

<sup>1)</sup> Om de växtgeografiska och växtpaleontologiska stöden för antagandet af klimatväxlingar under kvartärtiden. G. F. F. B. 14 s. 529, 533.

denes sammenhengende strandlinjer viser, at hævnningen utvilsomt har foregået i sammenheng i Norge og det vestlige Sverige, således at procent av epiglacial strandlinje overalt synes at måtte svare til samme tid uavhengig av absolut høide o. h. Fund av arktiske plantelevninger ved Høghult i Skåne ved 18 % M. G., ved Kållerød S. for Göteborg 55 %, ved Vadstena 75 % og ved Frøjel på Gotland 35 % — skulde altså betegne, at der herskede et arktisk klima her og naturligvis også nordenfor, endnu da hævnningen kun havde de sidste 18 % igen. — Som Andersson formulerer det: „Vi har i havflatens stand en sikker tidsindikator. Findestedet ved Høghult viser, at dengang da havet omkring Kullaberg stod i det aller høieste 7 m. (18 % M. G.) høiere end nu — altså ved Kristiania i det høieste ca. 40 m., rådte en fuldstændig arktisk flora i så sydlige strøk som det sydlige Skåne.“

Jeg skal fortsætte slutningsrækken: Samtidig med at en arktisk flora herskede i Skåne (18 % M. G.), trivedes østersen brilliant inderst i Kristianiafjorden (Høvik 16—24 %), hvor vinterkulden nu er for strid, og samtidig voksede der furu og hassel i Hardanger (16 %) <sup>1)</sup>. *Dryas octopetala* og *Betula nana* betegnede vegetasjonen på Gotland (35 %) og ved Göteborg (55 %) samtidig med, at der i Norge 12 breddegrader længere nord ved Tromsø levede en fauna, aldeles lik nutidens (den subglaciale grænse (S. G.) ligger inde i fjordbundene ved ca. 35 % M. G. ved havbrynet op til 50 %). Vi ser — her må være en feil et eller andet sted i regningen, ti facit viser sig fuldstændig umulig. Vi kan ikke anta, at en utpræget arktisk flora holdt sig i Sydsverige under hævnningen eller ret som det var kom dansende sydover og så forsvandt igen, mens man andetsteds i netop samme periode eller — om procentberegningen ikke er fuldt at stole på — i hvertfald i ganske nærliggende perioder — havde et meget mildt klima uten spor av arktisk flora. Der må dog ha været en vis kontinuitet i vegetasjonsændringerne.

Det gjelder da at finde, hvor feilen ligger. Vi får se lidt på de fire fund. Det falder da straks i øinene, at ingen av findestederne tilhører de stærkt deuteroglaciere land. Kun et eneste av dem, Frøjel, ligger sikkert indenfor maksi-

<sup>1)</sup> Holland. G. F. F. B. 2 s. 120.

mumsgrænsen for den sidste istids storbræ, som *de Geer* angir den. Men på Gotland vet man av mange grunde, at denne kun har havt „en relativ ubetydelig mægtighed“<sup>1)</sup>, de proteroglaciale skuringsstriper er „i regelen bevaret på øens høieste dele“<sup>2)</sup>, i nærheten av Visby har man, kun 12 m. høiere end findestedet ved Frøjel, interglaciale sandlag bevaret<sup>3)</sup>. Der er altså på forhånd intet iveien for, at *samlige* de av Andersson fremdragne fund av *arktiske plantelevninger under M. G. kan være ældre end den deuteroglaciale tid*, da dennes storbræ ikke behøver at ha ødelagt de ældre løse lag på fundstederne. Og da vi kommer op i umulige slutninger ved at henhøre dem til *den* postglaciale tid, Andersson sætter dem til, har vi øiensynlig ret til at være strenge i vore fordringer til beviserne for, at de virkelig er av postglacial alder.

På Gotland findes efter den almindelige mening blandt geologerne ingen „hvarfvig lera“<sup>4)</sup> og fundet ved Frøjel måtte ligge over to distinkte bundmoræner for bevislig at være postglaciale. Dette er ikke påvist. — Ved Kro-mose S. for Gøteborg ligger plantelevninger ikke over „hvarfvig lera“ men over „lerhaltigt strandgrus“, hvis alder man intet bevis har for. — Ved Vadstena har Nathorst fundet Dryas i kalktuf, hvis alder ofte blir tvilsom. Den almindelige flora i ferskvandsleren er derimot her efter Andersson ikke rent arktisk. Den marine grænse er noget usikker her like ved det lokale hævningsmaksimum ved nordre Vettern, men efter Andersson blir denne *subarktiske* floras nivå 75 % M. G. og kommer således såpas tidlig, at man kan nogenlunde naturlig henhøre den til overgangstiden fra den arktiske epiglaciale tid til den varmere følgende — NB! hvis ferskvandsleren virkelig hviler på deuteroglaciale dannelser, hvilket først må bevises. — Tilbake står fundet ved Høghult i Skåne. Her siger Andersson uttrykkelig, at „bildningen hvilar på hvarfvig lera“. Hvis denne bestemmelse er rigtig, og man virkelig har utvilsomt deuteroglacial ler under, er jo fundets postglaciale alder sikker. Men dermed er det ikke avgjort, at den ferskvandsgytje „ind-

---

1) H. Munthe. G. F. F. B. 8 s. 134.

2) T. Fegräus. G. F. F. B. 8 s. 168.

3) N. Vesterberg. G. F. F. B. 9 s. 461.

4) H. Munthe l. c. s. 135.

lagret i sand“, hvori de arktiske planter er fundne, er dannet efter at landet *sidste* gang hæved sig over den havflate, findestedets 4—7 m. betegner. Da den *subglaciale* grænse her ligger ved 10 m. (de Geer) måtte isåfald et arktisk klima hersket endog længe efter den subglaciale periode, men fra denne sidste hævnings tid er beviserne for et varmt klima dog altfor uimotsigelige til, at dette kan gælde. Jeg behøver ikke engang at peke på, at man isåfald måtte havt en rik *arkæologisk* utvikling under et klima, da skog ikke kunde vokse.

Men landet har hævet sig engang tidligere endnu høiere end nu her nede i Skåne, hvilket torv med ekevegetasjon, der er fundet under subglaciale marine dannelser og submarint beviser <sup>1)</sup> — og høider fra denne boreale hævnings må naturligvis holdes skarpt ut for sig selv og kan ikke uten videre gøres om i procent av den almindelige postglaciale hævnings. Antar man, at den torv med ekevegetasjon, der lå over det arktiske planteførende lag, tilhører denne boreale ekeformasjon — og Anderssons beskrivelse indeholder intet til hinder derfor — så blir den arktiske flora ældre end denne varme periode, der ligger mellom epiglacial og subglacial tid. Vi kommer således også i dette tilfælde like op til den epiglaciale tids slutning, trods de 18 % M. G., hvilke gir en ganske anden tid end de *sidste* 18 % = 40—70 % S. G. At torven ikke er dækket av subglaciale dannelser er der intet forbausende i, da „postglacialt“ ler mangler i Skåne <sup>2)</sup>.

For alle fire arktiske fund finder vi altså, at sandsynligheten for, at de kan tilhøre en ældre tid end den, der fulgte efter, at havet sidste gang trak sig tilbake fra stedet, ligger meget nær — hvilket vilde været et særdeles merkeligt trøf, om de tilhørte en normal, langvarig, kald postglacial periode, der uten videre kunde bestemmes ved procent av den samlede

<sup>1)</sup> Denne hævnings over nuværende nivå efterfulgt av en senere sänkning er endnu ikke påvist at ha strukket sig til Norge. Postglaciale supramarine dannelser under marine kender man ikke fra nogen av de meget talrige profiler i elvemøler &c., så Andersson ikke uten videre er berettiget til at anta, at den subglaciale „sänkning“, der i Norge kun optræder som en fase i hævningsen har „spillet sin ei ubetydelige rolle også ved fordelingen av Kristianiatraktens plante-verden“ l. c. s. 529. Det kan være et fænomen, der var knyttet til storbræens periferi.

<sup>2)</sup> de Geer: Skandinaviens nivåändringar s. 52.



hævning. Den i hvertfald i det sydlige Sverige utvilsomt overskydende boreale hævning må nødvendigvis tas med i beregningen og berettiger os til — trods den lave høide o. h. — at henføre fundene til en meget tidlig del av hævningsperioden, hvis de overhovedet er postglaciale. — Vi finder videre, at endog beviset for, at de virkelig er dette, er meget mangelfuldt.

G. Anderssons forsøk på at godtgøre, at et arktisk klima har hersket under den største del av hævningen, må derfor kaldes mislykket.

Jeg kommer dernæst til *Blytts* teori, at de sydligste former i Norges flora, de „subboreale“ og de „subatlantiske“ er de sidst indvandrede, hvorved altså den varmeste del av den postglaciale tid henlægges tilslut. Jeg har allerede i Str.-st (s. 132, 133) hævdet, at utskillingen av en subboreal indvandringstid fra den boreale, en subatlantisk fra den atlantiske neppe er plantegeografisk godtgjort. „Det er kun rimeligt, at Kristianiafjordens lune silur og de sydligste kyster får et særpræg.“ Et blik på et isotermkart viser tilstrækkelig, at de meteorologiske forhold her må kunne gi vegetasjonen en særlig sydlig karakter. Og *Blytts* plantegeografiske karter viser, at „sub“floraerne slutter sig naturlig til de nordenfor voksende hovedvegetasjonsgrupper. Det er i grunden kun ét argument for at skille ut den subboreale flora, der synes at være uafhængig av de givne meteorologiske forhold. Det er det, at den boreale flora skal ha sin væsentlige utbredelse i et høiere nivå end den subboreale, der skal være bundet til under 50 m. o. h. Men for det første medfører jo forskel i høide direkte forskel i temperatur, så de aller mest varmekære ikke kan nå så høit op som de andre; for det andet vil jordbunden, tør, varm, bakkejord på kalkgrund i motsætning til urer av hårdere bergart være tilstrækkelig til at gi forskel i vegetasjonspræg; og endelig vilde denne forskel i præg bli meget ubetydelig, når de relikthformer, der er beskyttet ved særlig gunstige forhold i de laveste strøk — øer, strand o. s. v., skilles ut.

Fra botanikernes side er da også nødvendigheten av at opstille alle disse fire vegetasjonsgrupper i almindelighet blit bestridt. Mere betydningsfulde med hensyn til, hvad det her gælder, er imidlertid de rent vækst-palæontologiske argumenter. *Blytt* søker også at føre disse i marken, idet han opstiller

både et subborealt stubbelag og et subatlantisk torvlag i myrerne. Hertil må imidlertid straks bemærkes, at fund av planter, der er typiske for disse vegetasjonsgrupper, mangler *fuldstændig* i disse øvre myrlag. Træ-resterne er gennemgående furu og birk (efter Blytts publicerede beskrivelser og egne iakttagelser i et stort antal myrer), hvilket jo ingenlunde tyder på meget varmere klima. Det er altså rent hypotetisk — ja i modsætning til det virkelig iakttagne — disse lag henføres til de sydligste planteformers særdeles varme indvandringstid.

Avgørende for spørgsmålet om, når de varmeste perioder har hersket, blir dog først en direkte sammenligning av plantesterne i de forskellige lag i en og samme myr. Blytt hævder bestemt — således også i sit sidste arbejde<sup>1)</sup> — at de dypeste lag i myrer over 180 m. o. h. ikke indeholder kuldkære planter. Ikke desto mindre har jeg ikke i hans publicerede arbeider kunnet finde en eneste detaljopgave over de fundne træsorter i direkte overleirende lag, uten at det er i det *undre* stubbelag ek, hassel, ask er fundne — i det øvre furu (nr. 22, 23 og 37 i hans liste i „Iagttagelser over det sydøstlige Norges torvmyre“, Chr. Vid. Selsk. Forh. 1882 No. 6, sml. også nr. 20 og 50). Dette forhold beviser jo, hvis man slutter direkte av plantelevningerne, at den første stubbeperiode var varmere end den sidste (formentlig subboreale) — tvert imot Blytts teori. Og dette bevis er rent empirisk, gælder uten hensyn til landets hævning og dens indflydelse på torvens dannelses-tid. — En sammenligning med Vestlandets torvmyrer viser dette forhold end tydeligere. Her finder man ifølge Blytt følgende typiske bygning. „Øverst — — Sphagnum. Derunder står et stubbelag, som i regelen er dannet av furu. Under dette — — brændtorv — — og i bunden av myren står der atter et stubbelag, som meget ofte er dannet av ek, og hvori hasselnødder er hyppige. Der er en regelmæssighet i dette, som ikke kan være tilfældig“ (l. c. s. 19, 20). Utvilsomt — og regelen er altså, at den varmeste tørre periode kommer først med ek, så en mere nordlig med furu.

Dette forhold genfindes i vid omkreds. I Båhuslens myrer

---

1) Om de fytogeografiske og fytopalæontologiske grunde forat antage klimavexlinger under kvartærtiden. Chr. Vidensk. Selsk. Forh. 1893 No. 5.

findes ifølge *Olbers*<sup>1)</sup> løvtræerne under nåletræerne. I Skotland synes ifølge *J. Geikie*<sup>2)</sup> eken at ligge underst, når der findes to forskellige trælag — efter torvgravernes erfaring. I Irland findes ifølge *Kinahan*<sup>3)</sup> i bunden i regelen *Quercus* og *Ilex*, høiere op furu. Som man ser, *den vækst-palæontologiske lagfølge i torvmyrerne i Norge, Skotland og Irland*<sup>4)</sup> gir fuldstændig overensstemmende vidnesbyrd om, at der tidlig i den postglaciale tid herskede et særdeles varmt klima — varmere end senere.

Vækst-palæontologisk er altså bevist, at en ekeperiode, en boreal flora herskede langt fremme i den postglaciale tid.

Denne boreale periode satte jeg allerede i Str.-st av geologiske grunde umiddelbart efter den epiglaciale periode, forutsatte således en meget rask udvikling fra et arktisk klima til et borealt, betydelig varmere end nutidens — og denne anskuelse bæres altså fuldstændig frem også av de palæofytiske fund i Nordeuropa. Gennem G. Anderssons fund forrige sommer — siger denne forf.<sup>5)</sup> — „er det — — fuldstændig sikkert, at eken og de til ekefloraen hørende arter har vundet at sprede sig langs det sydlige Sveriges hele vestkyst allerede inden den postglaciale [= subglaciale] sænkning begyndte“<sup>6)</sup> — og „vi må anta, at klimaret (i den tid, da disse arters utbredelse fandt sted) har været det varmeste, som hidtil har rådet under kvartærtiden i Skandinavien.“

Nogensomhelst grund til at anta, at storbræen allerede skulde være smeltet helt væk, inden denne boreale periode indtrådte efter den epiglaciale, foreligger der nu aldeles ikke — alt taler for, at det netop var under denne den væsentligste del av avsmeltningen foregik, og til denne, den varmeste periode må man også naturlig henføre indvandringen av de to tidligere omtalte sydlige vegetasjonsgrupper. Efter den minimale temperaturstigning, vi har beregnet efter disse, vil

1) Göteborg og Båhusläns geologi s. 142.

2) Prehistoric Europe s. 420.

3) Geology of Ireland p. 268.

4) At aspe- og furulaget i de nordsjællandske skovmoser neppe er helt postglaciale har jeg nævnt i Str.-st. s. 136. Efter eken kommer også her ore-laget.

5) Hvorledes *Andersson* forliker dette „slutresultat“ med sin antagelse av arktisk flora i Skåne helt ned til henimot hævningsens avslutning, er ikke let at se. Efter foranstående er sammenhængen klar.

6) l. c. s. 518.

altså snegrænsen utvilsomt allerede under en tidlig fase av storbræens avsmeltning være rykket så høit op, at nogen flytning av bræskillet efter Schiøtz's lov ingenlunde behøvede at indtræde.

Dermed er den fysiske mulighed for, at bræ-resten blev liggende langt søndenfor vandskillet fuldstændig godtgjort efter *planternes* vidnesbyrd.

Det *geologiske* grundlag, hvorpå jeg i Strandlinje-studier byggede læren om, at den varmeste postglaciale periode, den boreale, fulgte like efter epiglacialtiden, hviler på den i denne avhandling hævdede teori, om at landets hævnning direkte — isostatisk — avhang av storbræens avsmeltning. De forholdsvis ubetydelige terrasseavsætninger under de første ca. 60 % av hævnningen, indtil den subglaciale strandlinje, beviser, at hævnningen og ifølge teorien bræ-smeltningen i denne tid har foregået endnu raskere og altså under et endnu varmere klima end på det senere stadium, da de terrasser og skælbanker avsattes, som indeholder f. ex. østers i masse inde ved Kristiania-fjordens bund. Dette geologiske argument er en likefrem følge av teorien om hævnningens og bræsmeltningens nødvendige sammenhæng og må således tillægges så stor vægt som denne på så talrige forhold støttede isostase-teori.

Schiøtz's forudsætning, at snelinjen kun har hævet sig efter den epiglaciale periode „langsomt — — men således at den hele tiden har holdt sig under isskillet,“ måtte som vist være uriktig, selv om klimatet under den postglaciale tid aldrig havde været mildere end nu. Dette kan man altså med støtte i geologiske, plantepalæotologiske og plantegeografiske fakta bevise, at det har været i lange tider og allerede tidlig i den postglaciale tid. Og dermed er end sikrere givet, at Schiøtz's teoretiske bevis for, at bræskil og vandskil tilslut må falde sammen, ikke gælder for den skandinaviske storbræ.

### 3. Klimatiske forhold under istiden.

Ved at gennemgå alle de indvendinger mot setesjø-teorien, den teori, at den sidste rest av den deuteroglaciale storbræ i Norge blev liggende ved bræskillet langt i SO. for vandskillet, der er reist på empirisk og teoretisk grundlag av prof. *Blytt*



og *Schiøtz*, viser det sig, at de ikke kan fastholdes som avgørende beviser mot den, at tvertimot alle kendsgerninger — deriblandt nye fra deres egne arbeider — føier sig fuldstændig til den. Da imidlertid teorien endnu synes enkelte mindre „naturlig“, skal jeg i det følgende søke at gennemgå storbræens historie for at vise, *hvorfor* bræskillet måtte ligge så langt mot syd, og under hvilke klimatiske forhold storbræen i det hele utvikledes. Jeg skal derunder også gå noget ind på bræerosjonens omstridte felt.

Man kommer kanskje bedst til en klar forestilling om storbræens utviklingshistorie ved at tænke sig, hvorledes det måtte gå nu, hvis snegrænsen blev betydelig sænket. Vi går ut fra kendte forhold og burde da kunne komme til nogenlunde sikre resultater. Ved at sammenligne disse med, hvad vi empirisk vet om de kvartære storbræer, kan vi slutte os til de forandringer, der er indtrådt under istiderne.

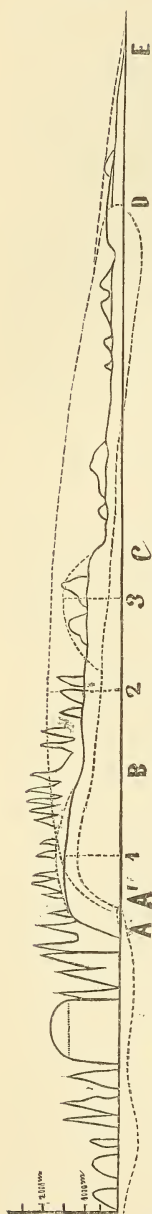
Bræernes vækst avhænger av orografiske forhold, temperatur og nedbør.

De *orografiske* hoveddrag i Norges bygning har gjennom tiderne været fremstillet på forskjellig vis. Tidligere spillede fjeldkæderne, Langfjeldene, Dovre, Kølen o. s. v. en væsentlig rolle. Senere kom *Keilhaus* opfatning av landet som eneste sammenhengende nogenlunde plan fjeldmasse, der mot V. støter med sin høie kant til havet med næsten lodret væg eller et meget kort avfald, mens den forøvrig har en almindelig heldning mot SO. *P. A. Munch* forbedrede denne fremstilling ved at indføre for hele Skandinavien billedet av et øvre horisontalt platå, ca. 240 km. bredt på 1100 op til 1250 m. høide, hvorfra vestkysten falder av med  $45^{\circ}$ , østkysten jevnt til den tredobbelte bredde som grundlinje, halvøens bredde. *Helland* har igen vist, at Vestlandets fjeldhøider falder i et plan ikke med  $45^{\circ}$  heldning, men med kun  $\frac{1}{2}^{\circ}$ — $1^{\circ}$ , men at „landet er i den grad sønderskåret ved talrige dale og fjorde og det oprindelige mot vest skrånende platå i den grad utstykket i fjelde og øer, at kun de øverste toppe står igen som mindesmærker efter landets ældre konfigurasjon“<sup>1)</sup>. Hos ham forsvinder igen det øvre horisontale platå, „de høieste toppes

---

<sup>1)</sup> Om fjeldenes høider og om Norges overflades beskaffenhed. Den norske Turistforenings Årbog for 1880 s. 40, 41.

Fig. 3.



fordeling i det store taler på det bestemteste for et skråplan mot SO. og et skråplan mot V.“ Ved at lægge tverprofiler over det sydlige Norge (f. ex. på grundlag av generalkartet 1:400 000 med høidekurver for hvert 500') træder imidlertid fjeldmarkens platåkarakter tydelig frem. Kommer vi fra kysten (se fig. 3), har vi først det kendte *marine trin* (DE), med ler- og sandsletter under 200 m. o. h. Dette trin har i Norge kun omkring Kristianiafjorden nogen betydeligere udvikling, er ellers opløst i smale striper i dalene, men når i Sverige i Götaland og videre langs den botniske bugt en stor bredde. Dette marine trin er næsten overalt dyrket og samler den overveiende del av landets befolkning. — Indenfor kommer *skogbeltet* (CD), som stiger svakt indover til ca. 500 m. med oftest småkuperet lände og danner det bredeste strøk av den skandinaviske halvø. Furuen og granen gir vegetasjonen sit præg, mens dalbundene endnu regelmæssig er opdyrket. Men indenfor skogbeltet reiser sig landet oftest brat op til et platå 800—1000 m. høide over havet, der omtrent svarer til Munchs fjeldmark. At man her virkelig har et platå for sig, viser sig straks ved, at der like i ytterkanten reiser sig en række fjeldtoppe med ganske betydelig større høide end nogen top i skogbeltet (jeg skal nævne Lifjeld 1550, Gausta 1883, Norefjeld 1500, Storrusten 1286, Synesfjeld 1414, Eldåhøgda 1265, Trysilfjeld 1230), ofte kun overtruffen av fjelde betydelig nærmere vandskillet. Bedre endda viser elvene, at man her har et stort trin at komme op på, idet de ofte styrter sig ut fra platåranden i svære fosse og stryk (Telemarksfossene). De større elve er vistnok ofte skåret gennem platåets ytre del til et jevnere fald, men tverrelvene falder da av i en brat knæk fra fjeldmarken ovenfor, hvor de har roligt løp i flate dale. Jeg skal kalde dette platå (BC) specielt *fjeldvidden*. Her er det sæterdriften væsentlig trives, fast bebyggelse er sjelden. I

dalene findes her endnu skog, i de dypeste furu, i de høiere birk, men selve platået, fjeldet er skogbart. Dette platå strækker sig helt op til Finmarken med nogenlunde jevn høide. Ovenpå det ligger spredt hist og her og uten nogen synlig regel i hoiderne mere eller mindre isolerede fjeldtoppe — foruten de tidligere nævnte ved platåranden f. ex. Fliseggen 1632, Rondene 1940, Sølentfjeldene 1830 og 1750, Tron 1650 o. s. v. — I det sydlige Norge kommer der imidlertid over dette platå endnu et høiere. Dette høiplatå (AB), begynder fra Sætesdalen nordover under det betegnende navn Vidda med omtrent 1200 m. høide o. h. Platåkarakteren er her meget utpræget, kun lave, jevnhøie toppe reiser sig over flaten og dalene er litet nedskårne. Nordover hæver platået sig til de øde fjeldmarker vestenfor Hallingdal og stiger videre mot nord, hvor selve fjeldgrunden, der bærer Jotunheimens tinder, kan anslåes til ca. 1400 m. Vestenfra slutter Jostedalsplatået sig til. Mot nord avsluttes dette høiplatå eller *Langfjeldene*, som det kan kaldes med det gamle fællesnavn, med Lesjefjeldene, idet fjeldmarken østenfor tilhører det lavere platå, fjeldvidden. Seet fra denne viser overgangen til høiplatået sig ofte smukt som en mur, f. ex. Vidda, Hemsedalsfjeldene fra den valderske sætervidde o. s. v., mens utsigterne fra fritliggende toppe på Langfjeldet selv viser en uoverskuelig øde fjeldmark, hvorover elvene bugter sig med svakt fald mellem talrige innsjøer, og hvorover der reiser sig spredte sneklædte toppe, der egentlig kun på enkelte steder like mot den vestre platårand i Jotunheimen (over B) og Snehættas fjeldparti samler sig til et mere selvstændigt led ovenpå platået. Disse fjeld, der hæver sig mere end et par hundrede meter over underlaget, har gennemgående alpeformer, skarpe tinder, egger og botner. Mot øst er de synlige i meget betydelige avstande, da de hæver sig frit over platåerne, mot vest går de over i Vestlandets fjeldtop-skråplan og skiller sig litet ut fra omgivelserne.

Mens det fuldstændig sønderskårne Vestland i sine toppe hæver sig fra først av brattere, senere langsommere og mere uregelmæssig op mot landets høideakse, falder Østlandet av i platåtrin. I det sydlige Norge bæres de høieste fjeldtoppe av Langfjeldsplatået, i det nordlige mere direkte av det lavere platå. Fra fjeldvidden fører et utpræget trin

ned til skogbeltet med dets store indsjøer, foran hvilke det marine trin begynner i dalene. Disse forskjellige trin i Østlandets fjeldbygning, det marine trin under 200 m., skogbeltet under 600 m., fjeldvidden 800—1000 m. og Langfjeldene med 1200—1400 m. høide må altid holdes for øie under undersøkelsen av storbræens utviklingshistorie. Det er platåerne selv, som har git underlaget, mens de isolerede høieste fjeldtoppe er uten betydning.

De nuværende *nedbørsforholde* i Norge bestemmes helt av forholdet til havet. Linjen for 1000 mm. årlig nedbør følger i det hele kystranden rundt og løser sig først fra landet i Finmarken og ved Kristianiafjorden. Den omslutter en tunge med under 500 mm. nedbør, der skyder sig ned langs halvøens længdeakse fra det nordlige Finland. På den anden side drives 1000 mm.-kurven et stykke indover landet av en 1500 mm.-kurve, der sætter ind mot vestkysten på Bergenskanten. — På Østlandet nordenfor Kristianiafjorden er nedbøren temmelig uregelmæssig fordelt mellem 500 og 1000 m.s kurve, med lokale maxima f. ex. over Nordmarken. I de få observasjonsrækker, vi har, viser det sig dog som tydelig regel, hvad der på forhånd måtte ventes, at det første store platåtrin fra skogbeltet til fjeldvidden bringer øket nedbør. Man har følgende nedbørshøider i snit efter hoveddalførerne:

925, 811, 886, 730.

647, 515, 786, 604, 561.

624, 583, 497, 626, 650, 367, 368.

646, 761, 550, 688, 815, 347<sup>1)</sup>.

De 4 stasjoner, der ligger i nærheten av platåtrinnet, hæver sig overalt bestemt over minima på begge sider, gennemsnitlig som 594, 784, 501 mm. I dette gennemsnit trykkes maximum ned ved stasjonen Lillehammer<sup>2)</sup>, der ligger noget søndenfor platåtrinnet, enkelte observasjoner længere i SV. (Valle 902,

<sup>1)</sup> (Telemarken:) Larvik, Løveid, *Siljord*, Rauland.

(Valders:) Sandesund, Hole, *Tonsåsen*, Sveingård, Granheim.

(Gudbrandsdalen:) Færder, Kristiania (det omtalte lokale maximum omkring Nordmarken er ikke tat med), Hamar, Biri, *Lillehammer*, Listad, Dovre.

(Østerdalen:) Fredrikstad, Ullensaker, Elverum, Rena, *Rasten*, Tønset.

<sup>2)</sup> Den normale regnhøide er her og ved Listad kun *beregnet* av mig efter 1½ års observasjoner. Samtlige tal efter velvillig meddelelse fra prof. H. Mohn.



Kongsberg 978) viser videre, at nedbøren ved trinnet her er adskillig større. Tages hensyn hertil, kan man sette som gennemsnitlig nedbørmængde ved fjeldviddens rand i det sydlige Norge over 800 mm., mens den i svensk Norrland er dalet til omtrent 500.

Årsisotermene viser en kile med lavere *temperatur* end 0°, der følger den omtalte tunge av nedbør under 500 mm. ned langs høideaksen fra det nordlige Finland. Den omgives koncentrisk og parallel med kystlinjen av isotermene indtil + 7°, der én efter én løper ut langs kysten nordover, mens den omslutter et minimum på  $\div 3^\circ$ .

Det er ut fra disse nuværende forhold vi må gå, når vi vil undersøke, hvorledes bræen vilde vokse sig stor under en klimatisk forværring i Norge. Når alle naturforhold forøvrig tænkes uforandret, vil med synkende temperatur også nedbørmængden forminskes, da havet, der sender vanddampene, må tænkes avkølet i tilsvarende grad. Fordelingen av nedbør må foreløbig tænkes uforandret. Snegrænsen må derfor fra først av sænkes nogenlunde jevnt over det hele med faldende temperatur. Da Langfjeldene ligger meget nær snegrænsen, vilde de lokale bræer her hurtig brede sig, smelte sammen og dække hele vidden med en sammenhengende storbræ, der sendte sine jøkler ut over platåranden til vest mot de indre fjordgrene, mot øst ned til fjeldvidden (AB fig. 3). Der behøvedes sikkert ikke mere end et par graders fald i årstemperaturen eller et par hundrede meters sækning av snegrænsen (der her sættes til 1300—1500 m.) for at få en sådan storbræ over Langfjeldene.

Men klimatets forværring sluttete ikke hermed, storbræen voksede videre. Nu indtrådte der nødvendigvis en stor forskel mellem de to sider av høiplatået. Mot vest dreves stadig større jøkler ned mot fjordbundene, men her kom de i en fart ned langt under snegrænsen. „Bratte jøkeldale fører isen hurtigere frem til strøk med sterkere ablasjon ovenfra og avsmeltning nedenfra og frembyder ved sine talrige sprækker større angrepsflater for avsmeltningen, så jøkelen blir hurtigere optæret, trods sin raskere bevægelse“<sup>1)</sup>. Når jøklerne nådde de dype fjordbunde selv, blev der endelig sat en absolut grænse

---

<sup>1)</sup> Heim, Gletscherkunde S. 263.

for deres fremvækst. De kunde ikke komme med engang som en flere hundrede meters istunge, der kunde nå til bunds og således beholde sammenhængen, de måtte vokse lidt efter lidt, så sjøen altid kunde magte bræ-enderne. Storbræen kunde ikke vinde frem over fjordbundene. Kun over de halse, der forbinder halvøerne mellem de indre fjordgrene, formåede storbræen at vokse vestover, men da disse halse blot i et tilfælde (mellem Nordfjord og Sognefjorden, 60 km.) når op over 35 km. bredde, vil slike utliggere fra storbræen mere få karakteren av isolerede lokale bræer. Sådanne vilde der optræde overalt på de sammenhængende landpartier, der nådde op over den sænkede snegrænse. Men *storbræens egentlige sammenhængende vestrand måtte ligge ved fjordbundene* og altså ikke nå ut over høiplatået til denne side. — På *østsiden* frembyder derimot fjeldvidden på sit 800—1000 m.s platå de gunstigste betingelser for storbræens fremvækst.

Vi vet av mange overflatefænomener, at den deuteroglaciale storbræ også voksede ut over fjeldvidden, frem over skogbeltet. Der er al sandsynlighet for, at dens yderste grænse (ved E) søndenfjelds betegnes ved den utprægede endemoræne, der kan følges ihvertfald fra Arendalskysten gennem *raerne* i Grevskaperne og Smålenene og — efter *de Geer* — videre til Vetteren, og som har sit østlige sidestykke i de store finske morænerækker. Imellem lå den store baltiske isstrøm, der strøk frem over Pommern, Mecklenburg, de sydlige danske øer til Jyllands østkyst<sup>1)</sup>. Man har tidligere søkt raernes fortsættelse også over på Vestlandet, men som vi har seet: de dype fjorde brøt storbræens fremvækst, og foran de isolerede jøkler kunde kun findes isolerede moræner, spredt ved alle indre fjordgrene.

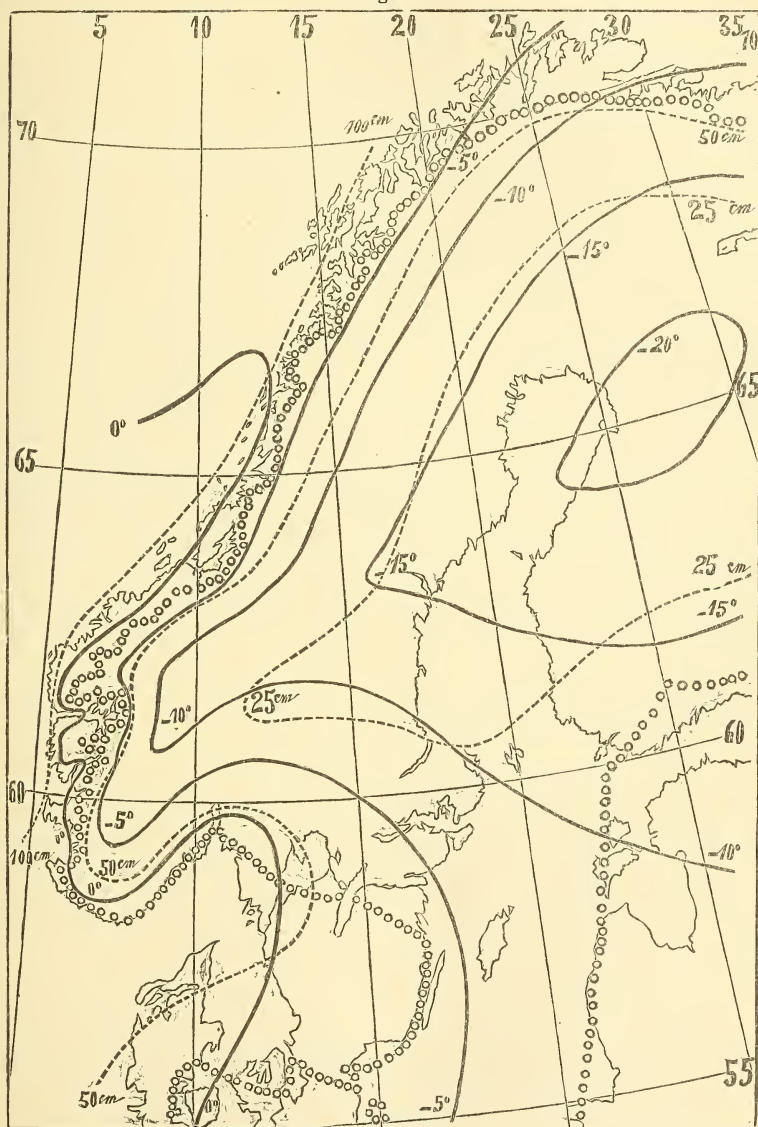
Vi får da undersøke, om vi ikke kan gøre os en nogenlunde sikker forestilling om naturforholdene på denne tid. I fig. 4 er vovet forsøk på at opkonstruere et meteorologisk kart over den deuteroglaciale storbræ i Skandinavien. Hvad der er tilsigtet, er naturligvis kun at gi et almindeligt begrep om de væsentlige drag. Vi har i virkeligheten ikke så litet at rette os efter. Der er særlig to analogier at støtte sig til, det er

---

<sup>1)</sup> Den skandinaviska landisens andra utbredning. Geol. för. förh. B. 7 1884.

Grønlands naturforhold og de nuværende meteorologiske forhold om vinteren. Den fauna, der findes i de høie marine terrasser, viser en fuldstændig likhet med den vestgrønlandske og fordrer altså ensartet havtemperatur. De topografiske forhold ligner ganske de grønlandske, på vestkysten har vi et

Fig. 4.



ca. 70 km. bredt forland foran storbræen, med høie tinder og lokale bræer, ved Skagerak går indlandsisen med sammenhængende rand ned til kysten, som den fleresteds gør på Grønland o. s. v. Og da Atlanterhavet også dengang måtte regulere de meteorologiske kurvers gang, måtte en indlandsis frembringe en konstant fordeling av de meteorologiske elementer, der stemte så temmelig med, hvad vi nu har om vinteren med dens sammenhængende snedække.

Vi kan derfor gå ut fra, at den kuldeakse, der nu ligger langs den skandinaviske halvøs længdeakse, vilde også dengang trådt frem, men mere lik temperaturkartet for januar end for året, og at den videre var omgivet med stadig høiere isotermer, der løp parallel kystlinjen. Spørsmålet blir væsentlig om, hvorlangt ned vi må flytte gradtallet på isotermer med væsentlig uforandret løp langs vestkysten. Vi har her analogien med Syd-Grønland at støtte os til, hvor efter *Mohns* kart<sup>1)</sup> isotermer for  $0^{\circ}$  løper indenfor kystranden på østkysten og et stykke opover vestkysten. I Norge vilde en lignende beliggenhet av  $0^{\circ}$ -isotermer komme til at svare til den nuværende årsisoterm for  $+5^{\circ}$ . Det vil altså sige man vilde for hele kystlandet kun behøve en nedsættelse av årstemperaturen med  $5^{\circ}$  for at få en istid, der svarede til den nuværende grønlandske eller vor deuteroglaciale. Går man omvendt ut fra, at temperaturens fald med stigende breddegrad var uforandret i det uforandrede Atlanterhav, vilde en sådan temperaturforandring svare til en flytning mot polen av ca. 10 breddegrader<sup>2)</sup>.

*Snegrænsens* beliggenhet på vestkysten måtte svare så nogenlunde til den nuværende  $10^{\circ}$  længere nord, hvorimot den må ha ligget adskillig lavere end på Grønland, da nedbøren ved det åpne Atlanterhavs varme strømning altid må ha været temmelig betydelig. Ved  $71^{\circ}$  sættes den nu i Norge til 720 m., ved  $70^{\circ}$  til 884, ved  $67^{\circ}$  til 1010 (se Heims liste l. c. s. 18). Sætter vi den for det sydlige Norge i deuteroglacialtiden til 700—1000 m., vil dette sige en sänkning av

<sup>1)</sup> Wissenschaftliche Ergebnisse von Dr. Nansens Durchquerung von Grönland. Gotha 1892.

<sup>2)</sup> I Str.-st. s. 144 ansløg jeg  $15^{\circ}$  polforskyvning for tilstrækkelig til at frembringe den proteroglaciale kuldeperiode i Europa og Nordamerika — en ganske rimelig forskel for de to istider.



gennemsnitlig ca. 500 m.<sup>1)</sup>. Det antagne temperaturfald av 5° vilde efter dette overslag ikke sænke snegrænsen stærkere end det tidligere (s. 162) formodede 3°s fald fra den varme post-glaciale avsmeltningstid til nutiden. Dette er imidlertid i god overensstemmelse med det kendte forhold, at snegrænsen sænker sig stadig langsommere nordover.

Så længe temperaturkurvene følger kystlinjen meget nøie, vil snegrænsens høide på kysten avhænge av *nedbøren*, og vi får da se, hvilke forandringer vi må tænke os i dennes fordeling under istiden. Vi har allerede nævnt, at nedbøren må avta og det adskillig med koldere hav. Kurven for 1000 mm. nedbør må derfor lægges nærmere kystranden, og den 1500 mm. kurve såvidt berøre den del av kysten, der nu har 1700—1900 mm. 500 mm. linjen vilde imidlertid neppe bli synderlig forandret, den vilde som nu ligge over landets høideakse omtrent. Ved Skagerak-kysten må storbræen imidlertid antages at ha frembragt nogen forandring i nedbørskurvenes løp. Mens Vestlandet mødte havvindene da som nu med et meget høit forland på op til 100 km. bredde, stærkt dækket med lokale bræer, trådte under ra-perioden, den deuteroglaciale maksimumstid, storbræen i SO. like ut til havet. Herved måtte kondensasjonen ved landets og bræens stigning og bræens avkøling bli langt fuldstændigere end nu og nedbøren altså forholdsvis større. Det er vel derfor sandsynligt, at 1000 mm. kurven har fulgt bræranden helt op i den vinkel, ræerne danner mot Kristiania-fjorden. Dermed vilde der være givet vel så gunstige betingelser for brævæksten på storbræens sydostside som på vestsiden, og snegrænsen måtte i motsætning til nu ligge kanske vel så lavt i SO. som i V.

En forsøksvis rekonstruksjon av de klimatiske forhold under den deuteroglaciale periode kan således gå ut fra, at den ved beliggenheten ut mot det åpne Atlanterhav bestemte parallelisme med kysten hos temperatur- og nedbørskurver må ha været den samme som nu, og at den forskyvning i nedbørhøide og årstemperatur, der er foregået, må være bestemt inden

<sup>1)</sup> Brückner anslår snegrænsens sænkning under den proteroglaciale tid i Mellemeuropa til 1000—1300 m. (Klimaschwankungen s. 292). I Norge vilde vel det tilsvarende kunne sættes til en 800 m., hvilket står i så god harmoni med de deuteroglaciale ca. 500, som man kan vente.

ikke vide grænser ved analogien med Grønland, det nordlige Norge og vinterklimatiske forhold i det hele land. Nogen så særdeles væsentlig avvikelse fra det sande bør derfor ikke findes i det hypotetiske kart — dertil er de klimatiske hovedbetingelser for sikkert givne med landets form og beliggenhet.

Storbræens grænser under dens deuteroglaciale maksimums-utbredelse kender vi — den betegnes ved raerne og fjordbundene. Om dens tykkelse i Norge på denne tid vet vi litet. Vi har hidtil neppe andet at gå efter end det negative, de høieste fjeldtopper har ikke været skuret av nogen storbræ, og alpeformerne, nunatakformen, de store botner og tinderne findes overalt, hvor fjeldene når over 1800—2000 m. Storbræens overflate kan derfor neppe nogensinde ha nået over 2000 m. — selv ved høideaksen. Denne må ligge efter den linje, hvorfra den faldende sne møter størst motstand mot sin stræben nedover som is efter tyngdens love og derfor må hopes høiest op, det vil sige hvor motstanden er like stor til begge sider. Det er til spørsmålet om, hvor denne linje, hvor *bræskillet* har ligget under storbræens forskjellige faser, jeg nu skal gå over.

Vi har seet, hvorledes den deuteroglaciale storbræ måtte begynde at danne sig på Langfjeldene. Bræskillet (fig. 3, 1) kan i denne tid ikke lagt synderlig langt fra høiplatåets midte og altså heller ikke så langt østenfor vandskillet. Da storbræen imidlertid bredte sig videre ut over fjeldvidden, mens Vestlandsfjordene stoppede dens vækst til denne kant, måtte bræskillet nødvendigvis flytte mot SO. Her var mere bræmasse, der skulde fjernes, og så særdeles langt fra midtlinjen mellem brærandene kunde bræskillet heller ikke nu komme til at ligge. Vistnok er forskjellen mellem platåernes høide ca. 400 m., men bræens overflate vilde vel trods denne ulikhet i underlaget nå så temmelig nær den cylinderform, jeg har påvist træder frem overalt, hvor man er kommet et stykke vei indover Grønlands indlandsis<sup>1)</sup>. Det ligger i selve bræbevægelsens natur, at der ikke kan fremkomme bratte avsatser i dens overflate. Sidetrykket indenfra vilde drive isen ut i kanten, hvor motstanden var mindst, og således arbeide henimot at jevne ut alle avsatser. Og med en i det hele jevn, ensartet krum-

---

<sup>1)</sup> Se Wiss. Ergebnisse v. Nansens Durchquerung v. Grønland. Taf. 5.

ning vilde høideaksen ikke kunne komme langt fra midtlinjen. Med storbræens vækst mot SO. helt til ræerne vilde som vist snegræsen sandsynligvis komme vel så lavt i det sydøstlige Norge som ved storbræens vestlige rand og nedbøren likeledes være mindst like stor. Hvis nu underlagets høide ikke havde nogen betydning, vilde bræaksen ligge hellere noget søndenom bræens midtlinje. Måler man bredden efter Østlandets almindelige dalretning, vil man finde, at denne midtlinje ligger omtrent ved nordenden av den store epiglaciale indsjørække Mjøsèn, Randsfjord &c., det vil sige, at bræskillet skulde ligget søndenfor fjeldvidden, hvis grundlagets stigning sattes ut av betraktning. Denne sidste faktor vil imidlertid vel kunne trække bræskillet op på fjeldvidden, men visselig ikke også over hele fjeldviddens bredde og op på Langfjeldene. Bræskillet har altså under storbræens vækst flyttet sig fra Langfjeldene ned på fjeldvidden og rimeligvis et godt stykke utover denne til henimot bræens midtlinje.

Ved ræerne synes den deuteroglaciale storbræ at ha holdt sig konstant i nogen tid, men tiltrådte så tilbaketog, i et par sæt, som blev mærket ved indsjøer med moræner foran på Østlandet. Derpå indtrådte den langvarigste og skarpest markerede periode i deuteroglacialtiden, den *epiglaciale*. Som påvist i mine Strandlinje-studier holdt bræen sig under denne i særdeles lang tid konstant med sine jøkler i den store indsjørække bak den øverste marine terrasse. Landet holdtes efter teorien om jordskorpens isostase også trykket ned til et konstant nivå, der er tydelig mærket ved netop de høieste terrassetrin og ved Vestlandets og nordkystens vakre øverste sete-linje. Hvorledes lå bræskillet dengang? Under avsmeltningen fra ra-græsen vilde vistnok ingen synderlig forandring indtræde i nedbørens fordeling. Vistnok kom der et smalt forland frem på østkysten, men dette lå i denne tid henimot 200 m. lavere, så det væsentlig bestod av en ganske lav skærgård, og fjordene trængte overalt frem til bræenderne. Storbræen mottok også dengang havvindenes hele fugtighet, mens Vestlandet utskilte særdeles meget på sit høie alpeforland med de talrige lokale bræer. — Snegræsen lå derfor fremdeles sikkerlig mindst like lavt ved storbræens sydostrand som ved vestranden, sandsynligvis lavere. — Man vil vistnok være i stand til på flere steder at kunne konstatere den epiglaciale

snegrænses høide, når man går ut fra, at de omtalte terrasse-sjøer er av epiglacial oprindelse, hvilket er bevist ved *Hellands* tidligere citerte arbeide „Om beliggenheten av moræner“ (sml. Str.-st.). Disse indsjøers største dyp må isåfald betegne maksimum av erosjon. Men dette maksimum må som regel netop ligge der, hvor snegrænsen skærer jøkelen overflate. Her skal nemlig den største bræmasse føres frem i en given tid — nemlig alt overskud av snefald fra hele bræen over snegrænsen. Ovenfor fører et tversnit av jøkelen mindre ismasse, da det som falder utenfor må trækkes fra, nedenfor er allerede avsmeltningen begyndt. *K. Pettersens* bestemmelse av høidegrænsen for granitblokkene i Balsfjorden<sup>1)</sup> gir en minimumshøide for disse, et par mil i SV. for fjordbunden, til 376 m. o. h. Epiglacial sänkning er her ca. 40 m., altså en bræhøide over havet dengang av mindst 336 m. Ved Tagvandet havde samme jøkel en minimumsmægtighet av 562 m. Da mægtigheten efter al sandsynlighet heller ikke kan ha overskredet disse grænser synderlig, vil man få snegrænsen her på vel 69° i omtrent 4—600 m. høide o. h., d. v. s. en sänkning av 3—500 m., hvilket stemmer godt med den tidligere for ra-perioden antagne 500 m. sänkning i det sydlige Norge.

Da snegrænse, temperatur og nedbørsforholde var så ens på begge sider av storbræen i den *epiglaciale* tid kan bræskillet heller ikke under denne tid ha ligget langt borte fra midtlinjen. Søker vi denne i snit tversover det sydlige Norge efter vasdragenes hovedretning, der svinger fra N. 55° V. i Telemarken til N. 15° V. i Østerdalen, midt mellem enderne av de epiglaciale sjøer får vi omtrent følgende mål:

	Storbræens bredde.	Midte.
Telemarken	150 km.	Totakvand.
Hallingdalen	170 -	Gol.
Valders	190 -	Strandefjords sydende.
Gudbrandsdalen	310 -	Fron.
Østerdalen	340 -	Atna.

Det således bestemte bræskille (fig. 3, 2) er altså rykket noget ind på fjeldvidden, i sammenligning med ra-perioden, men ligger fremdeles langt søndenfor vandskillet. De samme

<sup>1)</sup> Tromsø Museums Årshefte 1884.



forhold vil fremdeles forhindre den større motstand for bevægelsen opad bakke fra at trække bræskillet langt opover.

Det gælder dernæst at følge bræskillets og dermed tilsidst bræens egen vandring under den videre avsmeltning. Som tidligere udviklet tyder den flora, der vandrede ind i postglacial tid, på en årstemperatur omtrent  $3^{\circ}$  høiere end nutidens og en snegrænse omtrent 500 m. høiere. Det skarpt utprægede trin fra den øverste marine terrasse ned til næste større tyder bestemt på, at landet hævede sig overmåte hurtig i den periode, der fulgte umiddelbart efter den epiglaciale. Storbræen smeltede altså meget hurtig netop da, hvilket forlanger en høj årstemperatur — sandsynligvis mindst de  $3^{\circ}$  høiere end nutiden. *Efter* den epiglaciale tid hævedes således snegrænsen omtrent like meget over den nuværende, som den *under* denne tid lå lavere. Hvorledes gik det da storbræen? Vi har seet, at vi ingen anledning har til at sætte den deuteroglaciale storbræs høide til over 2000 m. Over fjeldvidden i det sydlige Norge havde den under den epiglaciale tid omkring bræskillet en mægtighed altså av ca. 1000 m. over fjeldviddens 800—1000. Over Langfjeldene, hvor bræoverflaten sænkede sig stadig mot den ubetydelige mægtighed, bræen kunde holde vedlike over platåranden, hvor stupet skar den av, kunde mægtigheden ikke være mere end det halve — selv nærmest bræskillet. — I det øieblik hele storbræen kommer under snegrænsen er den en *død* bræ. Der blir intet overskud av is, der fra overflaten skal drives ned under snegrænsen. Der vil ikke hopes op nogen ismasse over det midtre strøk. Der vil heller ikke gå nogen uavbrudt isstrømning fra bræskillet utad til kanterne. Avsmeltningen ved kanten vil ikke som ved levende bræer være den væsentligste. Noget hurtigere vil jo isen smelte i lavere nivå, men dette vil ikke spille nogen rolle i sammenligning med avsmeltningen over bræens hele overflate. Den svake bevægelse utad, der fremkom ved den noget stærkere randsmeltning, vilde ikke kunne forhindre, at bræen i det hele og store tat smeltede som en død isklump, således at *den sidste rest lå igen, hvor bræen fra først havde været tykkest*. Og dette måtte altså være omkring bræskillet over fjeldvidden. — Hvad der tidligere trak bræskillet vestover, undergrundens stigning til den kant, måtte under sidetrykkets

utjevning under avsmeltningen omvendt trække den døde bræ sydover nedad bakke.

Storbræens avsmeltning foregik imidlertid som vi vet ikke uavbrudt gennem den hele postglaciale tid. Den lavere, *subglaciale* strandlinje og det dertil hørende store terrassetrin viser, at landet senere engang igen i længere tid blev holdt under konstant tryk, storbræen måtte altså i længere tid holdt sig uforandret. Faunaen i de marine terrasser fra denne tid svarer ganske til nutidens. Klimatet måtte været omtrent som nu og snegrænsen altså også svaret til nutidens. Hvis nu storbræen endnu ikke var smeltet av til under den nuværende snegrænse, måtte den igen komme til live. Hvor vidt avsmeltningen var skreden, da den subglaciale koldere periode indtrådte, er ikke godt at sige, men går man ut fra teorien om jordskorpens isostatisk natur, kan man få et slags forholdsvis bestemmelse ved at sammenligne landets nedsenkning under bræen i den epiglaciale og den subglaciale periode. I Strandlinje-studier sættes den epiglaciale strandlinjes høide inde ved brægrænsen inde i fjordene til ca. 40 % av den epiglaciale. Der skulde efter dette være smeltet væk vel halvparten av storbræen. Av de 1000—1200 m., den havde over fjeldvidden, skulde 400—500 m. ligge igen, hvis avsmeltningen var foregået jevnt over det hele. Da imidlertid store dele av bræen var smeltet rent væk fra kanterne av, må tykkelsen av den rest, der lå igen være adskillig mere end disse 400—500 m., for at være istand til at øve et tryk lik 40 % av den epiglaciale storbræs. Sætter vi altså den subglaciale bræs mægtighet til 600—700 m. skulde dette svare nogenlunde til hævningsforholdene. Over fjeldvidden vilde da storbræen ha en høide o. h. av 1400—1700 m.; det vil sige storbræen var her igen kommen op over snegrænsen, og var dermed igen blit en levende bræ.

Vi får undersøke, hvorledes nedbørsforholdene nu måtte stille sig. Efter den nævnte høideakse på 1400—1700 m. at dømme må den vestre bræside nå endel utover høiplatået på 1200—1400 m., skönt man ved så smale storbræer, som det nu er blit tale om, kun kender temmelig hurtigt fald ut mot kanterne, og altså ikke kommer langt fra bræskillet. Men det er let at se, at nedbøren på denne bræside må være ysterst ubetydelig. De amter, der deler Langfjeldene mellem sig har

ifølge O. J. Brochs beregning tilsammen ca. 14000 km.<sup>2</sup> høiere end 1200 m. o. h. og ca. 3400 km.<sup>2</sup> høiere end 1569 m. (5000'), der for den aller største del ligger omkring landets høideakse, henimot Langfjeldenes vestre rand. Tænker man sig disse høie fjeldmasser samlet der, vilde man få en mur på 10 km.s bredde med større høide end 1569, lad os sætte gennemsnitlig bare 1600 m. Når denne mur tilslut hæver sig mot havvindene, der allerede har skilt sig med det meste av sin fugtighet under den tidligere opstigning over de lokale bræer og de lavere fjeldtoppe fra kysten av, vil man forstå, at det ikke kan bli stort igen for det lavere strøk østenfor. Vi har også den dag i dag en meget liten nedbør her, men en stor del av denne kommer fra syd og øst. „Det er inde i det sydlige Norge vinde fra østkanten, der lettest gir nedbør, mens vinde fra vestkanten gir mindst. Vestenvindene er for en stor del uttørrede, når de har passeret fjeldryggen og optræder på Østlandet tildels med føhn-karakter. Østenvindene derimot kan stige langsomt opad, mens de utbreder sig fra Sverige (Østersjøen og de svenske innsjøer) og (cyklonisk ombøiede) fra Kattegat og Skagerak.“ (*H. Mohn*<sup>1</sup>). Men også fra denne kant var havvindene under den subglaciale tid utestængte ved storbræen, der hævede sig til en mur med lignende høide og større bredde end den omtalte fjeldmur mot V. Vi måtte derfor her mellem landets og storbræens høideakser få et utpræget regnfattigt strøk, sandsynligvis med betydelig mindre nedbør end 500 mm. — På sydostsiden derimot vilde selve storbræen ved sin store høide over det lave forland og ved sin avkølende indflydelse frembringe et ikke ubetydeligt større nedslag end de nuværende ca. 800 ved fjeldviddens rand. — Storbræen vilde således få omtrent dobbelt så stor nedbør på sydostsiden som på nordvestsiden. Bræskillet måtte derfor drages meget kraftig over til nedbørssiden, ut mot fjeldviddens rand, hvor nedbøren var særlig koncentreret. Motsætningen mellem de to sider vilde skærpes endnu mere, når storbræen var trukket helt ned på fjeldvidden, og *det endelige resultat måtte nødvendigvis bli, at bræskillet og den sidste storbrærest blev liggende nær ved fjeldviddens SO.-rand* (fig. 3, 3).

---

<sup>1</sup>) Studier over nedbørens varighet og tæthet i Norge. Chr. Vidensk. Selsk. Forhandl. 1888, Nr. 12 S. 43.



En overveielse av de meteorologiske utviklingsbetingelser under storbræens forskjellige faser fører os således til en teori om beliggenheten av den sidste storbrærest, der svarer *nøiagtig* til setesjø-teorien, som jeg opstillede i 1885 utelukkende på grundlag av høifjeldsseternes og høifjeldsterrassernes utbredelse. Ad begge veie bringes man til at sætte det sidste bræskil længere syd end de tidligere kendte nordgående blokflytninger. Ved Schiøtz's iakttagelser over blokflytningerne ved Rømundfjeld er denne nordgående bræbevægelse konstateret i Norges østligste dalfører fuldt så langt syd, som seterne går, og ved den vakre morænerække ovenom de store indsjøer i Østerdalen er vel den sidste brærests nordgrænse her endelig fastslået. Sydligst i landet tror jeg, at bræskillet endelige sted også lar sig temmelig nøie bestemme ved nogle blokflytningsobservasjoner jeg har gjort i Telemarken. I Kjerulfs liste over „fremmede blokke omstrøede i forskjellig situasjon“ findes der kun én iakttagelse fra Telemarken <sup>1)</sup>. „I Grungedal på vei fra Vinje til Haukelisæter sees blåkvarts-blokke foruten granit. De må antages flyttede fra NV., hvor etasjen har sin utbredelse.“ Jeg undersøkte sommeren 1891 en masse blokke på fjeldet mellem Tveitvand og Totak, men fandt her ingen anden fremmede blokke på den røde granit end blågrå kvartsiter, der var fuldstændig lik de almindelige i Telemarksformasjonen, der står klods ved i SO., hvorfra enhver, der ikke havde en på forhånd fattet mening om flytningsretningen, vilde utlede dem. Omvendt fandt jeg i Vestfjorddalen i Telemarksformasjonen *ikke* blokke av den gamle røde granit, der dog måtte ventes i masser her like utenfor granitgrænsen, hvis bræbevægelsen havde foregået mot SO. fra et bræskille, der lå i nogen nævneværdig avstand vestenfor. Man har her iakttagelser fra begge sider av en formasjonsgrænse, hvorav den ene direkte taler for en flytning vestover grænsen, den anden mot en flytning i motsat retning. Man synes derfor berettiget til at sætte bræskillet østenfor formasjonsgrænsen, det vil sige ved sydenden av de store indsjøer her Møsvand, Totak og Vinjevand. — Der mangler ikke på andre overflatefænomener i samme strøk, der taler for det. På *Erdmanns* kart over

---

<sup>1)</sup> Udsigt, s. 30 nr. 64.



skuringsmærkerne i Skandinavien<sup>1)</sup> er angit skuringsstriper med retning mot NV. på halvøen mellem Møsvands to arme. Den sammenhengende række (Kjerulfs „5te stadium“) erratiske felter mellem de tre nævnte vande kunde naturlig henføres til brærestens vestrand. Et meget mærkeligt forhold viser de nævnte tre sjøer overensstemmende i sine dybdeforholde. Samtlige innsjøer i Norge, hvorfra dybdemålinger haves, har sin største dybde i sin ytterste halvdel — og dette er også andesteds et gennemgående træk ved glaciale sjøer og fjorde. Det følger som omtalt i Strandlinje-studier først og fremst av deres opprinnelse som brærand-sjøer, idet jøkelen eroderende evne vokser langsomt utover, men avtar hurtig nær jøkelen; men især i grundere innsjøer vil også de elve, der falder ut i dem, med sit sediment væsentlig grunde op den øvre ende. Nu er imidlertid disse sjøer dypest og det betydelig dypere i sin nordvestre del, og om elvene har lagt op ører ved nordvestenden er der dog lignende ører, ja endnu større med svære grunder på få meters dyp ved søndre ende. Når man holder sig til den almindelige regel for innsjø-dybden i glaciale land, må man slutte, at disse Telemarksjøer er erodert nedenfra dalen<sup>2)</sup>. Dette er et forhold, der kan ventes igen i flere sjøer i setestrøket — spesielt f. ex. de omtalte sjøer i Østerdalen med moræner ovenfor — og som vil kunne benyttes som et nyt middel til at bestemme bræbevægelsens retning hos den jøkel, der gav dem sin sidste form. — Endelig har man netop i samme del av Telemarken også en høifjeldsterrasse i fullstendig åpen situasjon. Mellem Totak (680 m. o. h.) og Møsvatn (888 m.) ligger et stort „erratisk felt“ myrlendt og fladt med en høide, der knap hæver sig over 920 m. o. h. Men ut mot denne er der foran Bitdalsvandet bygget op en bred flat sandmo på ca. 970 m. høide o. h., der falder smukt terrasseformigt av til myrslåttene nedenfor. Denne mo kan ikke være en endemoræne lagt op i fri luft, dertil er dens materiale altfor fint og ensartet og dens overflate for plan og jevn. Heller ikke en elv kunde bygget denne mo — likesålidt som de høie bastioner i Foldalen—Tønset. Den må ifølge sin natur være

1) Sveriges kvartära bildningar. Sv. geol. unders. Ser. C No. 1.

2) Mærkes må også, at de to største av dem Møsvand og Totak har arme, der løper sammen *vestover*.

avsat i stillestående vand, men hvorfra skaffer man bredder til et vand her på den åpne fjeldmark. Det kan kun en storbræ søndenfor ha været istand til at gi, da kun en sammenhengende dam her kan spærre på engang de fire indskæringer, der fører ned til skogbeltet nedenfor. I denne bræddammede sjø avlagredes så sandmoen av en lokal bræ mellem Telemarkens mest vidstrakte og — næst Gausta — høieste fjeld Raulandsfjeld (1563 m.) og Fliseggen (1632 m.). Vi drives derved til at lægge den sidste storbrærest netop ved fjeldviddens rand, like østenfor formasjonsgrænsen og de mærkeligt formede innsjøer.

Ved disse overensstemmende vidnesbyrd fra et litet område må storbrærestens beliggenhet være fastslået også her i Telemarken — yterst ute på den her smale og høie fjeldvidde. Dens nordgrænse er altså givet på dens to yterste punkter i Norge, i Telemarken og i Østerdalen. De sydligste seter og høifjeldsterrasser i Gudbrandsdalen viser, at den her har ligget på omtrent samme breddegrad som i Østerdalen. Herfra og de 200 km. sydover til Møsvatn mangler endnu observasjoner, men de orografiske forhold gir ikke nogen foranledning til at tro, at bræskillet har avveket meget fra en svakt buet linje mellem disse steder, oppe på fjeldvidden. —

Jeg har hidtil i min fremstilling av de meteorologiske betingelser for storbræens vækst holdt mig til det sydlige Norge. Det var fra forholdene her undersøkelsen gik ut, og det gjaldt særlig her at forklare, hvorfor den sidste brærest blev liggende langt syd på fjeldvidden og ikke, som man tidligere antok, oppe på det høieste fjeldplatå Langfjeldene. Forklaringen ligger, som man vil se, utelukkende deri, at Skagerakbugten frembragte et kystklima også på SO.-siden av det sydlige Norge og derfor bragte stærk nedbør på denne side av storbræen, mens det høie og brede forland med lokale bræer skaper et forholdsvis nedbørfattigere strøk bak sig på storbræens nordvestside. Disse forhold bragte bræskillet temmelig nær storbræens midte trods underlagets ulike høide og måtte tilslut holde den sidste rest fast like ved fjeldviddens sydrand. Kommer vi længere nord på den skandinaviske halvø, indtræder imidlertid andre forhold. Mens Atlanterhavet også her bestemmer de meteorologiske kurvers løp parallel med vestkysten, får man østenom ikke en bugt like fra

det varme hav, men kun det tæt indesluttede Bottenhav. De meteorologiske karter viser, at selv dette er istand til at svinge isotermerne og nedbørskurverne stærkt nordover, og at der således mellem vestkystens og Bottenhavets linjer kiler sig ned langs halvøen en akse med lavere temperatur og mindre nedbør. Vi får nu se, hvorledes disse meteorologiske forhold måtte ændres samtidig med, at årstemperaturen ved Norges kyst var sænket omtrent  $5^{\circ}$ . Det er da klart, at den nuværende kuldepol (indtil  $\div 3^{\circ}$ ) over det centrale Lapland må nå en betydelig udvikling, og skyte sig ned som en kile mot det centrale Norge. Da vi efter analogien med Grønland har sluttet at  $0^{\circ}$ -isotermerne kun omfatter kysten av det sydlige Norge, vil  $\div 5^{\circ}$ -kurven følge indenfor denne langs landets høideakse omtrent i overensstemmelse med den nuværende  $0^{\circ}$ -isoterm. I noget større afstand indenfor denne må igen følge  $\div 10^{\circ}$ -isotermerne efter den almindelige jevne overgang i meteorologiske gennemsnitsforhold. Denne isoterm har rimeligvis kun med sin spids nået ned til det centrale Norge. — Hvad *nedbøren* angår skal jeg på forhånd kun minde om, at den må ha avtat med temperaturens fald.

Hvorledes vilde nu storbræen bygges op her. Fjeldvidden fortsættes helt nordover til Tromsø amt med nogenlunde samme høide som søndenfor, 800—1000 m., men over den ligger ikke nogen Langfjelde som et sammenhængende platå, men kun spredte fjelde, der så snart man kommer nordenfor det trondhjemske antar nunatakformen allerede fra 1500 m. høide, og som slutter sig til det her smale alpeforland ved kysten. Da man her er under høiere bredde, vilde brædannelsen vistnok begynde på fjeldvidden omtrent like tidlig som på Langfjeldene og brede sig utover fjeldmarken. Men her viser det sig straks en betydelig forskel mellem de to sider av den nydannede storbræ. Vestentil har man kun et ganske smalt alpeforland, østentil kommer man over i stadig tørrere strøk, hvis nedbørfattigdom måtte økes betydelig ved storbræens vækst. Atlanterhavsfugtigheden måtte dog nå et godt stykke indover, og da fjordbundene også her satte storbræens grænse mot V., må bræskillet allikevel måtte ligge et stykke ind på fjeldvidden, og altså bak vandskillet, der følger umiddelbart indenfor fjordbundene. Bræen måtte bare med nedbøren vestenfra bygge sig langt østover fjeldvidden. Men over denne østre

bræside måtte den omtalte akse med temperaturminimum nå en betydelig kraftigere udvikling end nu. Da der vestenfra førtes bræmasse til, kunde sommerens varme vinde ikke som nu hurtig smelte den ubetydelige nedbør, der falder om vinteren som sne, og den stærke opvarmning om sommeren over landet måtte derfor bortfalde. Temperaturfordelingen vilde få den nuværende vintertype med tætliggende isotermer og en utpræget kuldeakse østenfor landets høideakse.

Men i dette kuldestrøk med gennemsnitstemperaturer av under  $\div 10^0$  kunde den bræmasse, der kom fra storbræen oppe på fjeldvidden, ikke smelte. På den anden side måtte den allerede nu ubetydelige nedbør i det samme strøk avta stærkt, når den nuværende cykloniske tendens, der skyldes den stærke kontinentale opvarmning om sommeren, bortfaldt, og man hele året fik en stærk avkøling over sneflaten med tilboielighet til dannelse av anticyklonisk lufttryksmaksimum, som nu om vinteren. Og mens kystens vinde, der blæser som overgangsvinde fra et anticyklonisk til et cyklonisk system, nu om vinteren nærmest tilhører det sidste<sup>1)</sup>, vilde dette vistnok bli vendt om med maksimums stærke udvikling. Den bræmasse, der førtes ut over Norrland, kunde derfor heller ikke vokse i dette strøk. Når bræen hverken kunde smelte eller vokse i nogen betrægtelig grad, måtte den av trykket fra den snemasse, der faldt længere vest, stadig drives videre utover mot S. og O. Hermed blev strøkets karakter av et vinterligt kontinent yterligere skærpet. Kuldemaksimum og nedbørsminimum måtte utvikles videre over det stadig voksende is-land. Der vilde indenfor  $\div 10^0$ -kurven optræde en  $\div 15^0$ , og der vilde tilslut sikkert også bli plads til en kuldepol på  $\div 20^0$ .

Denne fremrykning mot S. og O. vilde først da stanse, når bræen havde nået så langt, at avsmeltningen og fordampningen holdt likevægt med snefaldet og brætilførsel. Dette skede under den anden istids høidepunkt først ved den store ra nordenfor den finske bugt, mens der ut Østersjøens fordykning endog førtes en baltisk istunge ned over til Tyskland og ut til Jylland.

Over det centrale strøk av den deuteroglaciale storbræ

---

1) H. Mohn l. c. s. 52.



kan man således anta at temperatur- og nedbørskurver vilde ha en beliggenhet omtrent som angit på mit hypotetiske kart. Som man vil se ved en sammenligning med et temperaturkart for januar nu, er forskjellen fra det nuværende vinterklima væsentlig den, at den hævnning i temperatur, som Østersjøen frembringer, er ombyttet med en sænkning. Dermed vil de faktorer, der betinger det nuværende temperaturminimum nord for den botniske bugt, få større råderum og trække dette sydover. Her måtte også et utpræget nedbørsminimum optræde.

Den store utstrækning østover, som den deuteroglaciale bræ på denne måte fik, måtte klarlig trække bræskillet betydelig østover. Den kraft, der skulde drive den baltiske tunge frem helt til 52° N. B., måtte klarlig ha et ordentlig mottryk bak sig. — Linjen for like motstand kunde ikke ligge tæt ved vandskillet. Her, hvor der ikke optræder noget mægtigt høiplatå over den brede fjeldvidde, vil vel de fleste også se nødvendigheten av, at bræskillet stadig flyttede østover under bræens vækst.

Spørsmålet blir da igen, hvorledes flyttede bræskillet sig under avsmeltningen her nord. Det er da straks klart, at den faktor, jeg har fremhævet som avgørende til at holde bræskillet fast langt i sydost i det sydlige Norge, kun har spillet en mindre rolle længere nord. Ganske vist vilde nedbørskurvne svinge opover fra Østersjøen efterhvert som denne blev bræfri, men nedbøren fra denne side vilde dog den hele tid bli betydelig mindre end vestenfra. Derimot må selve den kuldeakse, der må ligge over en svær ismark som her, søke at hævde sig selv gjennom temperaturstigningen. Temperaturen blir her lavest, smeltningen altid mindst. Såsnart storbræen er sunken under snegrænsen, vil videre netop mangelen på nedbør bidrage til at bevare de østlige dele. Når nedbøren væsentlig falder som regn, påskynder den jo i høi grad smeltningen. Da nedbøren, regnen, vil være væsentlig koncentreret ved bræranden, vil avsmeltningen foregå særlig energisk her. Bræranden må rykke raskt tilbake på begge sider, men især på vestre, mens det tørrere og koldere strøk, der ligger østenfor bræskillet, vil holde sig bedre. Bræmidten må derfra altid rykke østover under avsmeltningen, sålænge den vestligste del av storbræen ligger under snegrænsen.

Denne evne hos storbræen til at hævide sig mot ændringer i de meteorologiske faktorer må naturligvis i nogen grad ha gjort sig gældende også i det sydlige Norge, men nedbøren måtte her bidrage til at drive storbræens SO. rand hurtigere tilbake, sålänge snegrænsen lå høiere. Og da bræen her søndenfor Gudbrandsdalen ikke var bredere end 150—190 km., vil den kile med høit lufttryk, lav temperatur og liten nedbør, der trænger sig ned fra den bredere nordlige brædel, ikke kunne virke videre stærkt bestemmende på lufttryksfordelingen. Der vilde vel kun vise sig i nogen grad en evne til at holde sig bedst hos bræens midte.

Under den koldere subglaciale periode, der avbrøt bræsmeltningen, vilde der sandsynligvis også i Norrland gøre sig gældende en motsætning mellem de to sider av den brærest, der lå igen østenfor vandskillet. I vest havde man også her endnu mere end nu et nedbørsfattigt strøk mellem de høie fjelde omkring vandskillet og storbræen, i sydost havde man nedbøren fra Østersjøen, der nu driver nedbørskurven for 500 mm. nordover næsten parallel med Bottenhavet og dengang vilde koncentrerers mot bræranden. Også her vilde den subglaciale storbræ vistnok ligget ikke langt fra fjeldviddens østrand, rimeligvis i et lignende forhold til de store sjøer her som den havde til de store sjøer i Øvre Telemarken. Det kart over skuringsmærkernes retning, som *Fredholm* har git <sup>1)</sup> indeholder vistnok en 5—6 pile, der vender mot denne linje, men nogle av disse vil vel bli snud om ved senere undersøkelse (if. meddelelse fra *F. Svenonins*, hvem de fleste av disse observasjoner skyldes, er nr. 38 „bestemt uriktig“, 37 og 39 „?“), andre kan skyldes lokale brærer. Forøvrig er der også fra Lappmarken noteret flere skuringsmærker opad bakke, der sammen med „hvarfvig lera“, terrasser og seter viser, at den sidste bræbevægelse ikke har gået ut fra vandskillet, men at den sidste rest av storbræen har ligget længere øst, hvor den store masseflytning av rød granit vestover skiferformasjonen frem til fjordene i Tromsø stift viser, at bræskillet har ligget under den epiglaciale periode. Blokkene er nemlig ført lange veie langs kysten av drivisen, mens landet var trykket ned til den øverste strandlinjes nivå. — Forøvrig fremgår det av

---

<sup>1)</sup> Geol. för. förhandl. B. 13 1891.

skuringsmærkernes retning, at det egentlige bræskil i den deuteroglaciale storbræs sidste rest endte noget nordenfor Store Lulejaure, idet der nordenfor findes skuringsmærker, der radierer til alle kanter mellem NV. og O. Beliggenheten av den skandinaviske storbrærest er således nogenlunde nøiagtig bestemt i begge ytterpunkter på  $67^{\circ} 30'$  og  $59^{\circ} 30'$ , mere nøiagtig ved dens midtre løp ved  $61^{\circ} 30'$  i Tryssildalen og  $62^{\circ} 40'$  i Jemtland. (A. G. Høgbom<sup>1)</sup>. De store drag er dermed git.

#### 4. Bræ-form og bræ-erosjon.

I foregående avsnit har jeg søkt at deducere storbræens utviklingshistorie på grundlag av forholdsvis ikke særdeles betydelige ændringer i klimatet, som vi også av biologiske

<sup>1)</sup> Sveriges geologiske undersøkning, Ser. C No. 70, 1885. — Jeg har først under korrekturen fået Høgboms avhandling (G. F. F. B. 15 h. 1, 1893): „Om interglaciala aflagringar i Jemtland“, hvorav følgende citat gir et klart bilde av blokflytningen i et strøk med fuldstændig ens beliggenhet til bræ- og vandskil som det av Schiøtz behandlede: „Omendskønt blokker av nordvestlig herkomst ret ofte træffes i og på morænegruset i hele Storsjø-området, er der ikke nogen tvil om, at den sidste bræbevægelse her har havt en motsat retning. — — — Storsjø-traktens fra NV. stammende blokker og moræner kan meget vel være flyttet i denne retning under en tidligere fase av samme glaciasjon, hvis isstrømme senerehen, ved at bræskillet efterhånden flyttede sig østover, kom til at anta en omtrent motsat retning.“ (l. c. s. 29, 30). — Som man ser den fuldstændigste overensstemmelse med min fremstilling. — Heller ikke til hans avhandling: „Om märker efter isdämda sjöar i Jemtlands fjeldtrakter“ (G. F. F. B. 14 s. 571, 1892) har jeg kunnet ta hensyn. Efter hans beskrivelse stemmer seterne i Jemtland i alt væsentligt fuldstændig med de norske. Strandlinje-karakteren er ofte særdeles slående. Korrespondens med avløps-skar er konstateret i et par tilfælde. Av interesse for nuværende diskussjon kan videre noteres, — imot Blytt — at ved i hvertfald én av seterne „skærer terrasseplanet [seteflaten] ind i faste fjeldet,“ og — imot Schiøtz —, at Høgbom blot på et eneste sted har fundet forhold, der „synes at tale for, at her har forekommet en lokal bræ, hvilket er værd at lægge mærke til, da der ikke i andre trakter av Jemtland er iakttaget nogen postglacial glaciasjon, som har efterladt sig spor ved at ødelægge de glaciala opdæmningssjøers strandlinjer, omendskønt disse flere steder ligger i et terræng og en høide over havet, hvor endog en mindre betydende klimatforværring burde kunne foranledige nogen glaciasjon“ (s. 579).



kendsgerninger må anta. Vi har fundet, at en nedsætning av temperaturen langs kysten med kun  $5^0$  svarende til faunaens grønlandske præg i det epiglaciale terrassetrin vistnok var tilstrækkelig til at utvikle en storbræ av det omfang, som raerne og den baltiske tunge på den ene side og fjordbundene på den anden side avmærker. Vi har videre fundet, at gangen i storbræens avsmeltning avhang av de meteorologiske forhold i en tid, da årstemperaturen var mindst  $3^0$  høiere ved kysten end nu, og tilstrækkelig til at boreale og atlantiske planter kunde sprede sig til sine nuværende voksesteder; at denne varme avsmeltningssperiode var avbrudt av i hvertfald én koldere periode med klima som nuværende omtrent — som angit ved en stansning i bræsmeltningen og ved en fauna lik nutidens i den subglaciale strandlinjes terrasser. Vi har seet, at disse meteorologiske forhold også forklarer den store motsætning mellem storbræens to sider og bræskillet beliggenhet. De store drag i den deuteroglaciale storbræes historie kan overalt direkte utledes av disse små ændringer i de meteorologiske elementers værdi. Vi blir dernæst stillet likeoverfor spørsmålet, om disse klimatologisk begrundede forskjelligheter i storbræens vækst også har sat sit mærke i underlaget ved forskjellige erosjonsformer.

Jeg har allerede tidligere nævnt, at det ikke kan bero på en tilfældighet, når man i Østerdalens fire hoveddalfører finder store moræner ovenfor de største sjøer. Morænerne må være lagt op foran jøkler, der fylde sjøerne søndenfra. Man kan videre slutte, at disse jøkler fra storbræen kan ikke rent tilfældigvis endt netop her i denne rad av sjøer. Forbindelsen må være genetisk, sjøerne avhænge av jøkelenderne. — Jeg har også gjort opmærksom på, at dybdeforholdene i Øvre Telemarkens store sjøer tyder på, at den bræ, der sidst lå og grov i dem, havde en bevægelse fra SO., når den gennemgående regel hos indsjøerne i glaciere lande opretholdes, at de har sin største dybde nærmest sin ytre ende. Men disse erosjonsbækkener, der bestemt kan henføres til den *sidste* storbrærest eller *subglaciale tiden*, er endnu for få til at nogen større lovmæssighet i deres optræden kan eftervises <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> I hvilken utstrækning indsjøerne i sete-strøket er simple reversjons-sjøer, fremkomne ved større postglacial hævnings søndentil, vil først dybdemålinger kunne oplyse. Flere er meget grunde.



Anderledes er det imidlertid med den store række indsjøer, der ligger overalt i Norge bak det øverste marine terrassetrin. *Helland* har vist, at de er virkelige klippebassiner med dybder, der rækker under havflaten, og at man, hvis man ikke vil anta, at de er dannet av de jøkeltunger, der fyldte dem og la op morænerne og terrasserne foran dem, må tænke sig, at der tilfældigvis netop lå en sådan række indsjøer med nogenlunde ens høide like indenfor fjordbundene, og at storbræens jøkler tilfældigvis netop overalt nådde frem til disse sjøer. Dette kunde tænkes i et enkelt tilfælde eller to men klarlig ikke, når de gentar sig på halvhundrede steder langs Norges kyst<sup>1)</sup>. I Strandlinje-studier har jeg vist, at disse sjøer både på Vestlandet og Østlandet er dannet i en og samme periode, den *epiglaciale*, idet landet har hævet sig i ulike grad på de forskjellige steder fra det nivå, der betegnedes ved de høie seter og det øverste marine terrassetrin. Jøklerne fremvækst stansedes av fjordene, og her nådde bræerosjonen sit maksimum, hvor snegrænsen skærer jøkeloverflaten nær jøkelenden. Medens disse epiglaciale indsjøer på Østlandet er særdeles store (99, 73, 25, 39, 10 km. lange efter *Hellands* liste) er imidlertid Vestlandets betydelig mindre (7, 5, 7,5, 1,5, 2,5, 2, 3, 4, 2, 2, 6, 1 km.). Forklaringen til denne forskel må søkes hos storbræen selv. Det falder da straks i øinene, at de store Østlandssjøer ligger samlet på den konkave side av en meget stærk krumning i bræskillet, mens Vestlandets ligger langt utenfor på den konvekse side, hvorved bræstrømmen i det ene tilfælde koncentrerer seg stærkt, på den nordvestre side derimot blir spredt ut til fjordenderne over en betydelig større omkreds, hvorved dens intensitet må svækkes. — Videre kommer, som man vil se av den tidligere givne fremstilling av storbræens historie, Østlandets indsjø-jøkler fra den særdeles mægtige brædel, der ligger over fjeldvidden, til hvis rand sjøerne støter, forsåvidt deres øverste del ikke er gravet ned i den, mens Vestlandets indsjø-jøkler kun har den ubetydelige mægtighet, som storbræen formår at bygge op over stupet ved platåranden. Allikevel synes der at være igen et vist misforhold mellem de to siders sjøer. Nedbøren på vestsiden av storbræen var under den epiglaciale tid endnu ikke særdeles

<sup>1)</sup> Om Beliggenheden af Moræner og Terrasser foran mange Indsjøer. Öfversigt Kongl. Vet.-Akad. Förhandl. 1875, No. 1.

forskellig fra sydostsidens. En lignende bræmasse førtes under snegrænsen, og den samlede erosjon måtte derfor svare nogenlunde. Opmærksomheten henledes da nærmest på selve de dalfører, hvori de epiglaciale sjøer ligger. For en stor del er disse dalfører *sækkedale* d. v. s. de ender ved en „oftest brat, nogenlunde halvcylindrisk bakvæg.“ „Deslike sækkedale“, antar *Helland*<sup>1)</sup>, „er dannet på samme måte som botnerne, idet de nemlig ikke er andet end storbotner, hvis længde oftest er betydelig i forhold til bredden.“ Hellands egen beskrivelse gir dog et skarpt begrænset artsbegrep for botnerne, der ikke frembyder nogen overgang til sækkedalene. „Længden er nogenlunde den samme som bredden, hyppig dog noget større og av og til noget mindre end længden“<sup>2)</sup> — et meget litet varierende forhold, der fullstendig og uten overgang skiller dem fra dalene. Den længste botn, Helland nævner, er den tvilsomme nord for Tveråbræ (vendende abnormt mot OSO.) 4 km., men undtages denne, vil ingen kunne bli kaldt en dal, hvor dog alltid den ytterst vekslende længdedimensjon har den fullstendigste overvægt. — Botnerne arbeider videre på at skaffe sig lodrette vægge og når som oftest også dette så temmelig, mens Helland selv andetsteds så skarpt har fremhævet dalenes ytterst flate tallerkenformede tversnit. — For dalformen er også den ofte meget sterke indsnævring ved munningen fremmed. Botnerne er videre med stor regelmæssighet vendte mot nord, i motsætning til sækkedalene, „hvorav mange er orienteret syd.“ Botnerne står tydelig „i et forhold til vore høieste fjeld,“ „hos mange, måske de allerfleste av Norges høieste toppe og tinder genfindes botnformen.“ Botnernes topografiske sammenheng med alpeformerne overalt, hvor de kendes, viser da også tydelig nok, at de er en *nunatakdannelse*, der mangler i det av storbræen skurede land, hvor imidlertid sækkedale er meget almindelige. Lorange—Hellands forklaring av, hvorledes den lille siddende og glidende bræ har gravet sig ned, forutsetter det samme. Det må være en fullstendig isoleret småbræ, der som Helland uttrykkelig siger er „uten tilløp og

1) Om botner og sækkedale. Geol. för. förh. B. 2.

2) Gennemsnit av de 36 store botner i hans tabel s. 293 er dog i længde 1,3, bredde 0,7 og gennemsnitlig maksimumshøide av væggen 0,25 km.; men ved den store masse av botner, der er langt mindre, er bredden og længden mere ens.

næres av nedslaget i botnen selv.“ I dette ligger et aldeles avgørende skillemærke mellem botner og sækkedale. Over den bratte endevæg i de sidstnævnte styrter der sig stadig en elv i fos og stryk, og dalføret fortsætter videre i høiere nivå. Skaffer derimot en botn sig tilløb fra en bræ eller elv, er dens utvikling stanset. Småbræen vil ikke mere kunne virke i bunden med sine sprængmidler, når den gjennomstrømmes av en elv, og en jøkeltunge vilde uavbrudt virke ødelæggende på botnens bratte væg, over hvilken den strømmer, og arbeide på at forme sit leie efter den almindelige flate erosjonstype.

Sækkedalene har overalt dannet leie for de jøkler, hvis ende eroderede de epiglaciale sjøer i dem, de kan derfor umulig være lange botner, deres tilblivelse må tvertimot nødvendigvis settes i forbindelse med selve disse jøkler, der gik frem gjennom den. Den måte, hvorpå de tranger ind som indskæringer i fjeldplatået, der på begge sider har en jevn ytterrand, viser også tydelig, hvorledes det har gått til. Den deuteroglaciale storbræ hadde begyndt at danne sig oppe på Langfjeldene, dens rand nådde platåranden ut mot fjordene. Hvor disse nådde lengst ind, skar de sig ind som hak i platået og storbræen, som sendte jøkler ned gjennom disse indhak. Disse jøkler måtte suge bræstrømme til sig bakenfra og gi avløp for større bræmasser end like brede snit av den sammenhengende brærand på siderne. Og med storbræens vækst vil jøkelhastigheten vokse; det er jo netop uttapningen gjennom disse strømme, der stanser hele storbræens høidevækst her på høiplatåets vestrand. Erosjonen må derfor bli i høi grad koncentreret ved disse jøkler, og det oprindelig svake indhak i platåranden må eroderes raskt bakover likedan som en fos. Profilerne av f. ex. en av de 8—10 smukke kendte sækkedale ved Hardangerfjorden, Vøringsfossen, Kinservik, Tyssedal o. s. v. blir let at forstå ved denne forutsætning (se fig. 3 A til A'). Hvad fossene siden har eroderet sig tilbake, er overalt temmelig ubetydeligt.

*Sækkedalene ved de vestlandske fjordbunde er altså ikke botner, men indhak i fjeldplatået eroderede ved de samme deuteroglaciale jøkler, der i den konstante epiglaciale periode lagde op de høie terrasser foran sig og eroderede indsjøerne under sig <sup>1)</sup>.*

<sup>1)</sup> Hvor lignende sækkedale findes på Østlandet er de på samme måte skåret ind i platåranden. F. ex. de fem sækkedale, der munder i Tinsjøens nordende med Rjukan og de andre høie fosser,



Lægger man disse sækkedales volum til disse indsjøers dyp, får man sikkerlig utjevnet misforholdet mellem erosjonsarbeidet på de to sider av den epiglaciale storbræ, selv om også erosjonen av de lengere østlandske dalfører også delvis regnes med.

At disse vestlandske fjorddale har været avhengige av den bræstrøm, der gik gjennom dem, fremgår også av andre ting. Deres størrelse, længde og bredde står i et øiensynligt forhold til størrelsen av det dalføre, som fortsætter ovenfor den bratte avslutning og videre i et endnu tydeligere forhold til størrelsen og dybden av det skar, som derfra fører over vandskillet. Og skarene selv står igen i tydelig avhengighet av avstanden til bræskillet. Dette er jo selvsagte ting, når man husker på, at disse jøkler mere danner avløpet for den brede del av storbræen, der ligger mellem bræskil og vandskil, end for den ofte forsvindende del, der ligger mellem vandskil og fjordbundene. (Sml. fig. 3, hvor den undre strekede linje forestiller fjordenes, elvenes og indsjøernes bund.) Går man søndenfra, hvor storbræen var smalest, finder man på Vidda talrige men litet utprægede skar, der såvidt går ned under hoiplatåets egen høide 1200 m. Kun et eneste er skåret så meget som 200 m. længere ned, og det fører over til den store sækkedal Røldal. Nordenfor finder man med stigende avstand mellem bræskil og vandskil skar, der, trods platået her når sin største høide (op til 1400 m.), er skåret ned helt til 1167 og 1000 m., i passene til den største sækkedal på det egentlige Vestland, Lærdalen, fra Hallingdal og Valdars. Nordenfor Jotunheimen fører fra Østlandets mest utprægede dal og største indsjø og fra et setestrok (mellem bræskil og vandskil) med over 100 km.s bredde Lesjeskogspasset med kun 616 m.s høide o. h. over til Romsdalen, der endnu bærer præg av sækkedal. Fra Østerdalens brede setestrok fører flere og rimeligvis netop derfor mindre dypt skårne skar over vandskillet med 950 m., 710 og 661 m.s høide (Foldal, Kvikne, Glommen—Gula). Videre nord har man Skurdalsporten til Stjørdalen 590 m. o. s. v. Langfjeldene mangler her og sækkedalsformen kan derfor ikke være så skarpt utviklet, men overalt viser dog elvene et meget brat løp fra vandskillet og ned til den ytre dal med de store terrasser.



Disse marine terrassers størrelse avhænger naturligvis også av jøkernes mægtighet og tiltar derfor også nordover med setestrøkets bredde for at nå sin største mægtighet i Trøndelagen, hvor man efter al sandsynlighet også havde den største høide av den deuteroglaciale storbræ bak. Her er også gennemgående de epiglaciale indsjøer fyldte med ler, bræslam fra de store indsjøer, der under senere perioder lå bak vandskillet, mens man på det egentlige Vestland kun undtagelsesvis finder dette (Lærdal, Romsdal f. ex.).

Skar tvers gennem en høideakse kan i ikke isskurede land tænkes fremkomne på to måter. Enten er de sprækker, eller er den elv, der flyter gennem dem, ældre end høideaksens hævning og har eroderet sig ned under denne. Ingen av delene kan der med nogen rimelighed være tale om ved de talrige vandskilsskar i Norge. Her er man utelukkende henvist til bræ-erosjonen, og denne kan kun i det tilfælde erodere sig skar gennem høideaksen, når storbræens bræskil ligger et godt stykke borte. I såfald vil, som *Schiøtz* gør opmærksom på, en stærkere erosjon ved høideaksen direkte følge av, at bræmassen her drives gennem et forsnevret indsnit og altså med større hastighet (32, 261). På selve forekomsten av utprægede gennemgående skar (som f. ex. Lesjeskogens) kan man derfor bygge teorien, om at bræskillet i hvertfald under en større del av istiden har ligget SO. for vandskillet. Blokflytningerne viser, at det må ha været under den sidste istid og ikke under den første. Til deuteroglacialtiden må deres dannelse derfor henføres og i sammenhæng dermed altså erosjonen av sækkedalene og de epiglaciale indsjøer. —

Det er dype, mægtige træk, den *deuteroglaciale* bræ har mærket Norge med. Og dog er disse ubetydelige i sammenligning med andre ældre, hvorav den deuteroglaciale storbræes eiendommelige historie selv avhænger. Det er vestkystens store *fjorde*. Vi har set, hvorledes det var disse, der satte grænse for storbræens vækst vestover og derved foranledigede bræskillets vandring østover fra høideaksen. Fjordene forelå klarlig aldeles som nu ved deuteroglacialtidens begyndelse. *Av storbræens vækst frem til ræerne kan man omvendt slutte, at de store epiglaciale sjøer på Østlandet ikke eksisterede før den anden istid.* Fandtes der nemlig på deres sted fordypninger, sprækker, sunkne stykker eller hvad man vil anta det har

været, av lignende dybde og bredde som Mjøsen f. ex., der i 30 km. længde og op til 8 km. bredde er over 400 m. dyp, kunde Gudbrandsdalsbræen umulig vokset sig frem over den. Hertil fordres en op til 500 m.s bræ, der med engang skøt sig frem ovenfra —, en mindre mægtig jøkel måtte kalve og opløses. Nu er det klart, at den bræ, der først skøt sig ut over fjeldviddens rand, må ha begyndt som en tynd brem eller tunge og først vokset sig langsomt større, og i såfald måtte dens fremtrængende spids efterhvert brytes av, og jøkelen derfor aldrig kunne bygges op til den fornødne tykkelse for at trænge frem over Mjøsen. De andre sjøer er vel ikke på langt nær så dype som Mjøsen, men når hensyn tas til den stærke opgrunding, der må ha skeet under hele tiden efter den epiglaciale bræ havde trukket sig tilbake — særlig under den subglaciale tid med dens aktive jøkler — en opgrunding der endog har tørlagt den store epiglaciale innsjø i Solør —, vil vistnok lignende forhold også her hindret storbræranden fra at rykke frem. Hvis der havde eksisteret denne tætte række store sjøer, som vi har på Østlandet, vilde storbræen her som på Vestlandet bli avskåret fra videre utvikling utover.

Vi kan kanskje gå videre endda og si: selv større, dypt nedskårne dalfører kunde neppe eksisteret her før henimot den epiglaciale tid. I andetfald måtte vel disse ha samlet bræbevægelsen og sendt mægtige isstrømme. Nu viser det retlinjede løp raerne har, at den deuteroglaciale bræ gik frem med en sammenhengende rand, og de talrige innsjøer, der blev eroderet bak denne endemoræne, viser ingen sammenheng med de større dalfører indenfor. Herpå har også *Helland* gjort opmærksom<sup>1)</sup>. „Under disse sidstes [innsjøernes] dannelse utgjorde nemlig isen endnu et sammenhengende hele, den havde ikke delt sig i forskjellige bræer efter dalstrøkene. Men da isen havde trukket sig tilbake til sydenden av Mjøsen, Randsfjord &c., var den tillike delt i store bræer, liggende i hver sin dal.“ Man må vel anta, at landets sydostside ikke kan ha været ganske plant, men et sådant utarbeidet dalsystem som nutidens kunde vanskelig tilladt en så ubrutt brærand, som raerne viser. At en sådan overhovedet kunde fremkomme

<sup>1)</sup> Om beliggenheten av moræner &c., s. 81. 1875.

trods underlagets vekslende høider — raerne findes i høider fra  $\div 20$  til  $+ 160$  m. o. h. — kan vel kun forklares ved en meget rask fremrykning av en litet mægtig isbræ. (Fig. 3 antydningssvis over DE.) — Efter dette skulde Østlandets dalfører først fået sin egentlige udvikling i tiden mellem ra-periodens og epiglacialperiodens slutning. —

Vi har fundet, at fjordbundene nødvendigvis måtte stanse en storbræes vækst vestover (uten med smale bræarme over halvø-halsene). Nu viser imidlertid det hele Vestland med undtagelse av selve tinderne, nunatakkerne, sig stærkt isskuret av en ældre storbræ. Herav kan man og må man slutte, at fordypninger av tilnærmelsesvis så stort dyp og bredde umulig dengang kunde ha. skåret landet op i slike småstykker som fjordene nu. Storbræen vilde isåfald aldrig kunnet få bygget sig op til nogen mægtighet utenfor disse fordypningers indre grene, den vilde aldrig kunnet fyldt slike præglaciale fjordes dyp endsige oversvømmet hele vestkysten ut til de ytterste skær. Den jøkel, der har bragt fremmede blokke op til over 510 m.s høide på Sulenøerne i Sognefjordens munding<sup>1)</sup>, vilde umulig fra først av formået at nå så langt mot vest over et kolossalt dyp på op til 1250 m. uten at brækkes op i isfjelde. Selv den umåtelige grønlandske indlandsis sender ingensteds skridjøkler ut med en sådan mægtighet, trods den når op til 3000 m. høide o. h. og 1000 km.s bredde. Selv der, hvor jøklerne altså drives frem fra et flere hundrede km. bredt bræparti, vilde fjorde som Sognefjorden ikke kunne fylles med fast is. Så meget mere umuligt måtte det være i Norge, hvor bræskillet fra først av lå næsten like ved fjordbundene, hvor bræhøiden aldrig nådde over 2000 m., og hvor jøklerne allerede 15 km. utenfor Lærdalsfjordens bund vilde træffe på 900 m. dybde, i Hardangerfjorden 725 m. like utenfor platåranden ved Sørfjordens munding. Det er idet hele ikke råd at tænke sig, at den fra først av naturligvis litet mægtige storbræ kunde bygges op til nogen større tykkelse længere ute, når bræranden med korte mellemrum blev skåret av ved slike bræslukende avløp. Selv over den bredeste hals mellem fjordene, vilde der ikke kunne føres synderlig bræmasse vestover. Isstrømmen vestover vilde ikke kunne få nogen kraft,

---

<sup>1)</sup> *Helland*, Om mægtigheden af bræerne. G. F. F. B. 2 1874.



når der ikke var mere end høist 20—30 km. til de utløsende styrtninger til fjorddypene. Og intetsteds i det sønderskårne forland vil man heller kunde skaffe lokale bræer tilstrækkelige til at fylde fjordene, der jo stadig vil kunne skaffe bort det gradvis tiltagende bræoverskud.

Den proteroglaciale storbræ må likesåvel som den deuteroglaciale tænkes at ha begyndt sin tilværelse oppe omkring Skandinavien's høideakse, fra hvilken den senere bevislig strålede ut, men den måtte under sin tidligste vækst vestover ha forefundet et land, der vel kanske havde dype erosjonsdale, men som i det hele og store dannede et sammenhengende skråplan, hvorpå den proteroglaciale storbræ fik plads til at utvikle sig til de svære dimensjoner, den bevislig <sup>1)</sup> havde. *Fjorde av tilnærmelsesvis de nuværendes dybde og bredde kunde således umulig ha eksisteret, dengang den proteroglaciale storbræ utvikledes. De norske fjorde må altså være av glacial, nærmere proteroglacial oprindelse.*

Fra denne slutning: en storbræ kunde aldrig bygget sig utover Vestlandet, som den bevislig har gjort, hvis fjordene have eksisteret præglacialt, kan man kun komme ved at anta kolossale nivåændringer, hvorved fjorddypene forsvandt eller i hvertfald blev meget grundere. Det er ikke tilstrækkeligt at hæve det hele land; hvor høit det skede, blev dog fjordene bækkener med omtrent samme dybde, da de altid er grunde ved skærgårdsranden. Hvis man derimot antar en relativ større hævning ved vandskillet, må denne ha nådd aldeles usandsynlige mål. For at få tømt Sognefjorden, der 40 km. fra munningen er ca. 1200 m. dyp, måtte man anta en vinkelbevægelse, der bragte Jotunheimens tinder indenfor op i 7000—10000 m. høide, altså høider, der knap nåes i Himalaya og som er fuldstændig ukendte i geologisk gamle fjeldkæder. Men en sådan vinkelbevægelse av Vestlandets skråplan om en nord-

---

<sup>1)</sup> Det må dog skarpt fremholdes, at den almindelige fremgangsmåte uten videre at regne fra høieste skuringsmærke eller flytblok til største dyp i nærheten ikke er eksakt. Disse kan tilhøre de forskjellige perioder av istiden, og man er naturligvis heller ikke berettiget til at sette en fils tykkelse = den fordypning den har gravet. — Derimot må man være fuldt berettiget til at anta fjorddybderne som minimalmål, hvorved man i Sognefjorden f. ex. vilde få en bræ på over 1250 m.



sydgående akse vilde kun bidrage litet til at hæve den S. 40° V. gående Hardangerfjords bund, som når 800 m. dybde og som ved Varaldsøen er 664 m. dyp, mens skuringsmærkerne viser, at landet her har været isskuret til over 569 m. høide. Selve Sørfjorden, der går parallel med fjeldplataets rand vilde ved en sådan hævnning av landets høideakse aldeles ikke forandre sine dybdeforhold. Den vilde altid møte fremskydende jøkler med 3—400 m.s dybde. —

Man ser altså, at man ikke kan tænke sig en storbræ istand til at vokse fra høiplataet ut over Vestlandets fjorde, hvis disse havde eksisteret i deres nuværende form præglacialt. Den måtte — således som den deuteroglaciale storbræ bevislig gjorde — ha stanset ved fjordbundene. Heri ligger et vistnok indirekte, men fuldstændig avgørende bevis for fjordenes proteroglaciale oprindelse. Deres dybder og flate trugform kan umulig forklares ved sprækker, dislokasjoner eller erosjon ved rindende vand, men viser en fuldstændig overensstemmelse med de mindre, utvilsomt glaciale bækkener. Deres geografiske masseutbredelse kun i tidligere isskuret land er likeledes tilstrækkelig til at vise, at deres eiendommelige *form* må være glacial. Og de diluviale dannelser på den nordeuropæiske slette (se Helland Archiv. f. Math. og Naturv. B. 4) [viser, at der i det hele må være tat umåtelige masser fra de centrale brædekkede strøk. Men først når man sætter sig ind i, at fordypninger av fjordenes størrelse vilde umuliggjort den nedisning av Vestlandet, der faktisk har fundet sted, og likeledes bræens vækst videre mot vest, ser man liketil, at netop *fjordenes betydelige volum kun kan skyldes den glaciale erosjon*. —

Der er en indvending, der er fremført mot fjordenes glaciale oprindelse ved erosjon og for dislokasjonsteorien, der får en nærmere belysning ved studiet av storbræens vækst og bræskillets beliggenhet i forhold til vandskillet. Det er den ganske vist betydningsfulde bemærkning, at erosjonsdale måtte i ganske anden grad, end tilfældet er f. ex. med Hardangerfjorden, følge bræbevægelsens hovedretning, indbyrdes parallele og lodret på storbrækant og storbræakse. Hvis disse erosjonsdale tilhørte randen av en mægtig, energisk virkende storbræ, hvis bræskil lå i stor avstand, er dette også en nødvendig fordring. De eroderende bræstrømme blev da drevet frem ved et umåteligt tryk bakfra fra den brædel, hvis overskud

skulde fjernes, i en bestemt retning mot bræranden og måtte sette omtrent parallele erosjonsmærker. Hvis den proteroglaciale storbræs bræskil lik den deuteroglaciales havde ligget langt bak vandskillet, og isen derfra førtes frem over et litet sønderskåret Vestland, måtte det umåtelige tryk fra bræen mellom bræskil og vandskil drevet isstrømmene bent frem mot bræranden i et sikkert mere retlinjet løp end fjordenes nuværende, der endog kan være lodret på bræbevægelsens gennemsnitlige retning. Ganske anderledes blir imidlertid saken, når bræaksen ligger like over landets høideakse. I dette tilfælde er det utelukkende den snemængde, der falder på det forholdsvis smale vestre skråplan selv, der skal føres ned, og det er klart, at der da vil bli et ganske andet spillerum for jøkelsestrømmene, end når hele bræmassen stadig dreves frem i en bestemt retning av en umådelig *vis a tergo*. Jøklerne vilde fra deres første begyndelse smygge sig efter de præglaciale ujevnheter, følge præglaciale dale i deres bugtede løp og utvide og omforme disse under sin videre vækst efter sine egne erosjonsformer med fuldt hensyn til bergarternes forskjellige motstandskraft, bænking, strøk, diaklaser, dislokasjonssprækker o. s. v. Jo længere jøklerne arbeidede efter disse præglaciale fordypninger, desmere blev deres hovedlinjer fæstede og vanskeligere at ændre. Kun når brætrykket mot enkelte præglaciale forhøininger, der lå i veien for storbræens hovedbevægelse, allikevel blev for sterkt, skar de jøkler, der først gav avløp tvers over, sig hurtig ned og brøt nye veie mere i overensstemmelse med den almindelige faldretning. — Storbræen formede sig dog i det hele under sin vækst efter dette præglaciale system, således at dens jøkler i væsentlig utstrækning gav avløp for de samme nedslagsdistrikter som elvene før. Dette vilde været en umulighet — i hvertfald i nogen større utstrækning — når det ikke var bare selve overflatevæksten på stedet selv, der drev jøkler frem mot smeltelinjen, men tillike alt overskuddet fra en betydelig brædel bakenfor, der stadig trykkede Vestlandets samlede bræmasse ret mot kystlinjen. Av selve *fjordenes form* kan vi således slutte at det proteroglaciale bræskil ikke kan ha ligget i synderlig avstand fra landets høideakse; noget der for Tromsø amts vedkommende fremgår direkte av flytblokkene, idet den røde granit, der står straks østenfor vandskillet, ifølge *K. Pettersen*

kun findes flyttet så langt, som den deuteroglaciale storbræ nådde, og drivisen kunde transportere den til den epiglaciale strandlinjes nivå, derimot ikke i det utelukkende proteroglaciærede strøk.

Utbredelsen av jøkeller viser, at den proteroglaciale storbræ har havt en kolossal utbredelse mot øst, helt til 50° Ø. f. G. og mot syd til Kiew og de nordlige mellemeuropæiske fjelde. Når nu bræskillet har ligget ved den skandinaviske høideakse, blir der en motsætning mellem de to bræsider, der endog overgår den deuteroglaciale. Hvis vi skal undersøke årsakerne hertil, møter os først den vanskelighet, at vi ikke kender sikkert det præglaciale Nordvesteuropas utstrækning. Flere grunde taler imidlertid for, at dets kyst har fulgt omtrent 200 favne linjen, og at der endnu fandtes en i hvertfald nogenlunde sammenhengende landforbindelse fra Skotland til Island. (Sml. Strandlinje-studier s. 114.) Går man ut fra dette, får man straks en meget betydelig tilvækst for det vestlige område utenfor det dengang altså sammenhengende Vestland. Søndenfor 61° strakte der sig sammenhengende land helt til de britiske øer. Nordenfor træder vel det Norske havs brådyp betydelig nærmere den skandinaviske høideakse, men holder sig dog i almindelighet over 300 km. utenfor. Kun på to steder, ved Storeggen utenfor Søndmør—Romsdal og ved Vesterålseggen, trønger bugter ind til 200 og 150 km.s avstand. Der vil altså overalt være en betydelig plads at brede sig på for den proteroglaciale storbræes vestsider. Den dype Norske rende kan imidlertid like så lidt eksisteret præglacialt som fjordene, ellers kunde Kristianiaterritoriets bergarter aldrig være flyttet over til Jylland og de sydligere Nordsjøkyster av fast is. Dette bækken minder adskillig om fjordene ved sin jevne bund og bratte sider, dens dybde er endog betydelig mindre end Sognefjordens ( $\frac{2}{3}$ ). Det har efter flytblokkene på Jæderen at dømme dannet leie for en svær jøkelstrøm, der samlede avløpet fra det sydøstlige Norge og fra Sverige omkring de store innsjøer. En jøkel behøver kun en tykkelse av 1000 m. for at erodere stærkt på bunden av renden nu, men med 2—400 m. lavere præglacial vandstand behøvede den ikke mere end 5—700 m. bræ. Storbræranden kan naturligvis ikke havt andet end en ubetydelig mægtighet, da den først kom frem til kysten, og vilde aldrig vokset ut



til en sådan mægtighet, hvis ikke dette bækken først senere lidt efter lidt groves ut til sin store dybde. —

Søndenfor 61° havde man i Nordsjøen fuldstændig land nok til en storbræside, der kunde ækvivalere den del, der radierede ut fra det sydlige Norge og Sverige. Nordenfor har man altså kun en vel 300 km. bred vestside mot 16—1800 km. østover. Forholdet blir altså som 1:5—6. For den deuteroglaciale var forholdene som 150 til 650 km. efter et tversnit Vefsen—Salpausselkä d. v. s. 1:4—5. Forholdstallene er således ikke så særdeles forskjellige endda, så man kunde tænke sig den proteroglaciale storbræus utvikling betinget av de samme meteorologiske motsætninger mellem de to sider som den deuteroglaciale. Det er imidlertid klart, at den dæmning, den omtalte bro mellem Island og Skotland satte mot Atlanterhavsstrømmen, vilde frembringe et endnu mere kontinentalt klima på østsiden end nu, idet den mindre fugtighet, det norske hav gav, mere fuldstændig vilde optages av den høie vestkyst. Samtidig var de britiske øer, Pyrenæerne, Vogeserne, Alperne og Karpartherne isklædte, så de sydlige nedbørsvinde blev mere uttømte end nu. Nedbøren måtte under disse omstændigheter bli rent forsvindende over hele det indre av den umådelige nordeuropæiske ismark og likeså i de kontinentale stepper østenfor. Man måtte over bræen få forhold, der mere mindede om Sibiriens nuværende vinterklima end om Skandinavien, med hvilken vi sammenlignede den proteroglaciale storbræus. Av den ubetydelige nedbør i Sibirien falder knap  $\frac{1}{5}$  i de 5 vinter måneder og den samlede årsnedbør beregnet efter disse vilde ikke være mere end 66 mm. (i gennemsnit efter tabellerne i Woeikoff *Klimat der Erde*). Tænker man sig vestkystens nedbør under proteroglacialtiden nedsat til det halve av de nuværende ca. 1000 mm., vilde den dog være 7—8 gange så stor som denne reducerede sibiriske. I dette forhold ligger klarlig hovedgrunden til, at bræskillet kan holde sig 5—6 gange så nær storbræens vestrand som østranden. — Selv om den kuldepol, der måtte danne sig over brælandet, ikke nådde Nordsibiriens nuværende vinterkulde i intensitet ( $\div 40^{\circ}$  for januar), kunde forskjellen ikke være så særdeles betydelig. Det indre av den blot halvt så brede grøndlandske indlandsis gir Mohn (*Wissenschaftliche Ergebnisse &c.*) en årstemperatur av  $\div 20^{\circ}$ . Tar vi hensyn til at



dette er beregnet efter Nansens observasjoner i stor høide over havet, vil man vel ikke tage så særdeles feil om man antar en proteroglacial kuldepol over det store nordeuropæiske bræland på  $\div 30^{\circ}$  C.

Den bræmasse, der skyves frem fra den skandinaviske høideakse, vil altså, efterhvert som den rykker østover, frembringe klimatiske forhold, der hindrer både dens avsmeltning og dens vækst. Med årstemperaturer fra  $\div 5^{\circ}$  til  $\div 30^{\circ}$  vil vinde fra varmere strøk, der vel formår at smelte et par centimeter sne om våren i Sibirien, ikke kunne rå med en fremskydende bræ. Hvad der vilde smelte av isen om dagen, vilde om natten igen være is, så bræen ikke kunde minke. Derimot var der over størsteparten av brælandet heller ikke nedbør nok til at øke dens vækst. Selv om man sætter nedbørmængden betydelig høiere end til de beregnede sibiriske 66 mm., vil der dog ikke bli synderlig igen til at øke bræen. I den lave temperatur vilde vistnok fordampningen fra bræoverflaten være liten, og *Nansens* iakttagelser viser den hele tid en særdeles høi relativ fugtighet over Grønlands indlandsis. Men dette sidste står tydeligvis i forbindelse med bræens raske stigning fra hav på begge sider til en betydelig høide (2716 m), mens nunatak-formerne hos vandskilstinderne viser, at den proteroglaciale storbræ i Skandinavien like så lidt som den deuteroglaciale nådde over 2000 m., og storbræen østover blev jo langsomt mere stadig lavere og lavere. Den luft, der sank ned i det stærke anticykloniske centrum her, vilde kunne opta mere vanddamp, end det sker over det høie Grønland, hvor avstanden fra kysterne er så meget mindre. Der skal jo heller ikke så meget til for at fjerne det meste av en nedbør, der kun utgjorde 10—20 cm. om året.

I hvertfald må den tilvækst bræmassen fik, efter den havde nået et stykke østenfor sin og underlagets høideakse, kun være meget ubetydelig. Når vi så nærmer os den østlige og sydlige rand, vil avsmeltningen på grund av avtagende høide o. h. og lavere geografisk bredde i stadig men meget langsomt stigende utstrækning forminske den procent av nedbøren, der går over i bræen i form av is.

Nu er den kraft, der holder bræbevægelsen vedlike, tyngden av det snelag, der falder på bræens overflate over snegrænsen. Denne bevægende kraft vil altså ikke få noget be-

tydeligt tilskud i den kolde, tørre østlige del av brælandet, den vil derfor avhænge væsentlig av bræ-væksten i et belte, som ligger op til bræaksen, og som endnu mottar en god del av havfugtigheten.

*I en meget betydelig del av storbræens kontinentale side vil bevægelsen bli rent passiv, bræen vil bli skudt frem mot randen som et umåteligt isflak, drevet av trykket fra den del nærmest bræaksen, hvor bræen får sterkere tilvækst ved en større nedbør.*

En bræ av denne natur vil nødvendigvis gi en ganske anden erosjonsform end kystsidens levende jøkler. Så langt fra at grave dype, isolerede bækkener må en sådan isplate, der skyves frem, tvertimot jevne til. Når dens tykkelse er sunket til et vist mål, vil den i stedet for at erodere sig nedover endog miste kraften til at føre videre alt det materiale, den har skuret med sig, den vil begynde at avleire dette og bygge sig selv op til stadig høiere nivåer over det stadig voksende sedimentunderlag. *Dannelsen av Nordeuropas og Nordamerikas uhyre avlagringer av jøkeller, till, bundmoræne må bli uforståelig, sålænge man kun tænker på levende jøkler lik de nuværende europæiske eller Grønlands fjordjøkler, men forklares meget let, når man tænker sig bræen som en ikke særdeles mægtig, død isplate, der skyves passivt frem over underlaget av brætrykket bakenfra.*

Denne motsætning mellem de to bræbevægelsesformer og deres virkning på undergrunden kan ikke fremhæves sterkt nok. Vi har på den smalere, mildere og nedbørsrike *kystside* jøkler, der kun næres av den store nedbør på dem selv — på samme måte som botn-bræerne. Deres erosjon må forsåvidt også virke på lignende måte som botn-bræerne. Man kan også her bruke billedet av en siddende mand, der uavladelig glider i sætet, også her må man få dype, bratsidede erosjonsbækkener ved denne siddende og glidende bevægelse på stedet. De store vestlandske *fjorde* kan derfor med fuld ret sammenstilles med botnerne — i motsætning til *fjorddalene*, hvis erosjon skyldes en jøkelstrøm fra en bakenfor liggende storbræ. — Det eroderede materiale vil først kunne avsættes foran jøkelen som endemoræner eller av bræelvene — som terrasser, når avleiringen sker i hav eller innsjø.

Den passivt fremskudte bræplate på *den kontinentale side* vil derimot, så længe den er mægtig nok til at erodere, frem-

bringe parallele indsænkninger eller, der hvor strømmen særlig ledes — ved præglaciale fordypninger f. ex. —, brede, flate bækkener (Hvitehavet og Østersjøen p. p., Norske rende), mens alle skarpe konturer, både smale dale og fremstående rygge må jevnnes ut. Når mægtigheten blir liten, begynder avleiringen, og isplaten vil også holde detritusunderlaget jevnt og bygge det regelmæssig op — med assistance av den masse brævand, der kommer frem under storbræranden.

På kystsiden har man levende, aktive jøkelstrømme, der med stor hastighet fører frem al den svære nedbør (i form av sne), der falder på den brat op fra havet stigende bræ — med kraftig erosjon efter uregelmæssige linjer, som jøkelstrømmene har vedblit at holde sig til fra sin første svake begyndelse av. På kontinentalsiden vidtstrakte ismasser, som kun får liten tilvækst av nedbøren på stedet under den mægtige kuldepols nedstigende luftstrøm, som med liten hastighet og liten tykkelse spreder sig ut over et umåteligt område og i et meget bredt ytre belte føres fuldstændig som en død isplate frem over undergrunden, hvor den bygger sig opover på det løse materiale, den har skudt frem fra det indre erosjonsfelt. På kystsiden dype, bugtede fjorde med brat avslutning og med moræner og terrasser foran, på den anden flate bækkener, der gradvis går over i avleiringsstrøket med dets svære grus-, sand- og ler-sletter<sup>1)</sup>.

Det vilde bli for vidtløftigt i denne opsats at vise, hvor mange vanskeligheter i tolkningen av de glaciale fænomener, der forsvinder, når man holder disse forskjellige bræbevægelses-typer klart ut fra hinanden. Det sees imidlertid med en gang, at mange av de vægtige indvendinger, tilhængerne av „drift“-teorien kunde fremføre mot bundmoræne-teorien, når der var tale om en kolossal skridjøkel, falder bort like over for den litet mægtige bræplate. Der er også straks indlysende, at en hel række indvendinger mot bræernes stærke eroderende evne forsvinder, når bræernes evne til andetsteds at gå hen over ældre moræner eller andre løse lag uten at forstyrre dem kan forklares ved en forskjellig natur hos forskjellige bræformer —

1) En lignende, om ikke så utpræget motsætning som ved den skandinaviske storbræ finder man i Alperne mellem de italienske sjøer med deres moræner og den lombardiske terrasse foran og de bayerske flate erosjonsbækkener med bundmorænelandskapet utenfor.



Jeg skal kun gå ind på én vanskelighet ved den almindelige opfatning av storbræerne utelukkende som aktive jøkler, der ikke eksisterer for bræplate-teorien. Det er de utrolige bræmægtigheter, man kom til især for de vidtstrakte proteroglaciale brælande, når man måtte anta en temmelig rask stigning i overflatens høide fra randen av, med mål, der endog hentedes fra Alpernes lokale jøkler. Selv om man går ut fra stigningen hos istidernes egne storbræer, således som man har beregnet den efter skuringsmærker og flytblokke ved kystsiderne — Skotland—Hebriderne 4,8 m. pr. km. (*J. Geikie*), New Jersey 10,4 (*G. H. Cook*) eller fra Grønlands indlandsis efter Nansens rute (10 m. på vestsiden, 13,6 m. pr. km. på østsiden), vil disse tal føre til urimelige mægtigheter, når de lægges til grund for stigningen i et 2000 km. bredt bræland. 10—20000 m. er jo umuligheter. *J. Geikie* har anslått stigningen over Nordsjøen til et beskednere mål 2,4 m. pr. km., *Dana* for den kanadiske storbræ til kun 1,9, men selv dette fører til særdeles høie tal, over 3500 m. for de store proteroglaciale bræer.

I hele det brede, passive, kontinentale belte må stigningen være ganske forsvindende. Avstanden mellom isotermerne og nedbørskurvene i rent kontinentale strøk er alltid overmåte store. Om vinteren i Rusland — altså under klimatiske forhold temmelig lik istidens — er den mellom  $0^{\circ}$  og  $\div 30^{\circ}$  gennemsnitlig ca. 130 km. pr.  $1^{\circ}$  C. Går man utover fra den temperaturkurve, der ligger ved snegrænsen — hvis beliggenhet over storbræen ikke bestemmes ved høide over havet men nærmere ved avstand fra kuldepolen — må man altså gå 130 km., før man kommer til  $1^{\circ}$  C. høiere temperatur. Man vil forstå, hvor yterst langsomt bræen må tyndes ut mot randen ved avsmeltningen. — Indenfor kommer kuldepolen selv med sin minimale nedbør, der heller ikke kan foranledige nogen synderlig stigning i brætykkelsen. Først temmelig nær ute mot bræskillet og ute mot havet vil nedbør og temperatur stige hurtig, og her kan den væsentlige del av det snefald, der holder hele bræmassen i bevægelse, bygge sig op til den nødvendige høide. Vi kan nu ved at undersøke, hvor høit fremmede blokke går opover, og hvor lavt ned nunatakformerne i fjeldene rækker, se, at storbræen faktisk ikke har nået høiere



end 1500—2000 m. langs Norges høideakse<sup>1)</sup>. Vi kan videre derav, at der ikke har foregått nogen flytning i stor målestok fra indlandsgraniten vestover skiferformasjonen i Tromsø amt før deuteroglacialtiden, se, at bræskillet, storbræens høideakse, ikke har ligget langt østenfor og altså intetsteds har vært over disse 1500—2000 m. Vi kan derav direkte slutte, at bræmægtigheten må ha vært særdeles liten over hele den ytre kontinentale brædel.

Dette kan man også omvendt slutte sig til indirekte. Hvis friksjonsmotstanden her betingedes av en umåtelig vidtstråkt bræ med så betydelig mægtighet, som man hurtig kom til ved stigning av 2—10 m. pr. km., måtte man for overhovedet at få kraft til at sette disse kolossale bræmasser i bevegelse, tænke sig den ismasse, der ved sin bevegelse ned til underlaget gir det arbeide, hvorved denne kolossale friksjonsmotstand overvindes, ført op til urimelige høider. Alene det faktum, at den ismasse, der gik ut fra den skandinaviske høideakse dreves øst- og sydover ca. 1400 km. i gjennemsnit til en omkreds ca. 3 gange så stor, er nok til at vise, hvilke meningsløst uhyre trykkrefter, der måtte til, hvis motstanden i det meget brede, ytre, passive belte skyldtes flere hundrede meters mægtige ismasser.

Det er øiensynlig nødvendigt at anta en meget liten brætykkelse her for at få motstanden liten nok — og isåfald blir det let forklarligt, at erosjonen, der jo betinges av friksjonen, blir liten, og at bræen bygger op sin bundmoræne.

Da den brede kontinentale ytterdel bevæges så rent passivt, er der heller intet i veien for, at den endog kan bli drevet opad bakke, så den når større høider ved bræranden end længere inde. Dette har vel f. ex. vært tilfældet ved den proteroglaciale storbræsydrand i Tyskland, og de brætykkelser, man har beregnet efter flytblokkenes og skuringsstripernes høider over sletten nordenfor på Harz o. s. v., må derfor være illusoriske. Blokkene *kan* være ført av en ganske tynd bræplate, der skruedes opover, og de karakteristiske skuringsstriper med bestemt retning vil like godt kunne settes

<sup>1)</sup> Ved vestkysten har storbræen ifølge *Reusch* („Istiden i det vesten-fjeldske Norge“ 28, 168) ved Tysnæsøen i Hardangerfjorden ikke nådd over 622 m., ved Hornelen ikke til 900 m.

av en tynd bræplate som av en svær jøkkel. — Likeledes kan den kanadiske storbræ ha skøvet sin vestrand gennem et utpræget kontinentalt klima op imot Rocky Mountains til høider, der kanske ikke på langt nær var såmeget lavere end brælandets høidepunkt, som man har antat.

Mens storbræernes kystside vistnok overalt vil hvælve sig høit og mægtigt med en overflate, der undtagen ved selve randen vil ha en næsten fuldstændig jevn og temmelig stærk krumning — altså danne en cylinderflate, således som min sammenstilling av profilerne fra Grønlands indlandsis i Wissenschaftliche Ergebnisse von Dr. Nansens Durchquerung von Grønland Tf. 5 viser er tilfældet der — vil et profil over den tynde kontinentale side vise yterst svake krumninger, der endog kan gå over fra konvekse til konkave<sup>1)</sup>.

De målinger, vi har av bræmægtigheten fra den kontinentale side av storbræerne, viser da også i overensstemmelse med „bræplate-teorien“ ganske små tal. For den deuteroglaciale baltiske istunge angir *de Geer*<sup>2)</sup> 160—200 m. mægtighet ved Gotland, 120—170 ved Bornholm, henholdsvis hele 700 km. og 350 km. fra bræranden i Jylland — målt efter strømreringen — altså en stigning av 0,23—0,29 m. pr. km. til Gotland og 0,34—0,49 i den ytre del alene<sup>3)</sup>, der efter sin beliggenhet måtte ha et mindre kontinentalt præg. Sætter man 0,25 for den rent kontinentale proteroglaciale storbræ i Nordrusland med en afstand fra den skandinaviske høideakse til randen av 2000 km., får vi efter denne stigning ikke mere end 500 m. tykkelse ved bræskillet.

Hvis man hertil lægger underlagets — fjeldviddens — høide får vi 1300—1500 m. for storbræens høideakse, et tal der passer ganske godt til nunatakgrænsen i det nordlige Norge. Da stigningen nærmest bræskillet vel har været raskere på grund av, at nedbøren her skal bygge op det væsentlige av det bræ-

<sup>1)</sup> Den noget stærkere stigning fra øst i Grønland svarer også til et mindre kontinentalt klima her end ved Davis strætet.

<sup>2)</sup> Den skand. landisens andra utbredning. G. F. F. B. 7. 1884.

<sup>3)</sup> Og dette kun ved at gå ut fra, at bræmægtigheten ved selve randen er 0, hvad den naturligvis ikke har været, da den vel regelmæssig har endt med høi kant som på Grønland. Ifølge *Høgbom* var mægtigheten av bræranden, dentid jøkelleren i Upland avleiredes (= epiglacialtiden) ca. 100—150 m.! (G. F. F. B. 14, s. 296).

tryk, der holder bræbevægelsen vedlike, må den sandsynlige storbræhøide sættes noget høiere, hvorved en fuldstændig overensstemmelse med det empirisk foreliggende opnåes.

Mægtigheten av den deuteroglaciale storbræ's kontinental-side ved Gotland, der ligger nogenlunde midtveis mellem bræskil og brærand, og hvor vel endnu erosjon foregik, var altså ca. 180 m. I det egentlige avleirende strøk i Tyskland var den efter dette sandsynligvis mindre end 100 m. Kun ved at gå ut fra så lave tal kan vi overhovedet forstå muligheten av, at en bred tunge som den baltiske isstrøm kunde drives frem 1000 km. utenfor ra-grænsen — efter en øiensynlig forhåndenværende (proteroglacial?) indsænkning — og at den på sin vei kunde føie sig efter selv ubetydelige nivåujevnheter i terrænet.

Og kun da vil vi forstå, hvorfor linjen for like motstand, bræskillet, ikke ved den baltiske brætunge blev trukket længere østover fra vandskillet i den *deuteroglaciale* tid end ca. 140 km., og at motstanden kunde være like stor fra vestsidens ca. 160 km. bræside, med sin bevægelse delvis opad bakke (til vandskillet) og sine energisk eroderende jøkler.

Når man så husker på, at målene fra Østersjøen er tat i en utpræget bræstrøm og altså vel må tænkes større end gennemsnittet i en jevn isbræm, og tillike tar med i betragtningen, at den *proteroglaciale* storbræ's kontinentale side var betydelig mere kontinental, vil vi også let forstå, at de svære fjordjøkler dengang kunde holde bræskillet like ved vandskillet, trods den kontinentale side var forholdsvis endnu større.

Der blir klar sammenhæng i fænomenerne.

---

Jeg har i denne fremstilling av storbræens høide o. h., snegrænsens forskyvning o. s. v. intet hensyn tat til de store nivåændringer, landet har undergået i glacial- og postglacial-tiden. Den vilde blit for indviklet, hvis dette skulde være gjort på hvert punkt. Går man ut fra, at det — som påvist i Str.-st. — er landet, der har bøiet sig under og hævet sig efter storbræens tryk, mens havflaten har været uforandret, vil man imidlertid finde, at hensynet til nivåændringerne gennemgående vil styrke de slutninger, jeg har kommet til. Nunatakformen's nedre grænse, som jeg har anslået til 1500—2000 m. o. h., måtte f. ex. forminskes med de op til mere end

200 m., som de centrale dele var sænket under brætrykket, hvorved storbræens største høide o. h. vilde bli endnu mindre end antat — kun 1400—1800 m., bræ-profilet altså endnu flatere, og bræen altså endnu tidligere komme under snegrænsen, som den er beregnet efter temperaturen. Fra en såmeget lavere storbræ måtte der sendes jøkler, der kunde fylde de endnu dypere fjorde, hvis disse havde været præglaciale. O. s. v. — I undersøkelsen av snegrænsens forskyvning indgår imidlertid nivåændringerne i mindre grad, da jeg særlig har holdt mig til forholdene ved vestkysten, hvor strandlinjeforskyvningen under deuteroglacialtiden har været mindre væsentlig. Isobasen for 0 m. følger jo kystranden omtrent. De slutninger, jeg har draget, blir intetsteds berørt kvalitativt, kun i nogen grad kvantitativt av hensynet til de kvartære nivåændringer, til hvilke jeg håper at komme tilbake i et senere arbeide.

---

### Vildledende feil.

Side 121, linje 17:  $\frac{1}{2}$  km. — skal være:  $\frac{1}{2}$  km.<sup>2</sup>.

- 145, - 11: nr. 3, 5 og 11 — skal være: nr. 3, 5, 7 og 11.
  - 172, fig. 3: ved A skulde epiglacial innsjø trådt frem. Fig. er i det hele blit mindre heldig.
  - 179, linje 13: såvidt berøre — skal være: knap berøre.
  - 179, - 24: 1000 mm. kurven — skal være: 500 mm. kurven.
  - 185, - 12 fra neden: ikke ubetydeligt — skal være: forholdsvis ikke ubetydeligt.
-



## Den canadiske nikkelindustri; bessemering af nikkelsten; udsigterne for den norske nikkelindustri.

Af

J. H. L. Vogt.

---

I umiddelbar tilknytning til et tidligere arbejde af mig „Nikkelforekomster og nikkelproduktion“ — indeholdende tre særskilte afhandlinger: 1. „De canadiske forekomster af nikkelholdig magnetkis“. 2. „Jernnikkelkis fra Beiern i Nordland“. 3. „Om verdens nikkelproduktion og om konkurrence-betingelserne mellem de norske og de udenlandske nikkelforekomster“<sup>1)</sup>, i hvilken sidste afhandling jeg bl. a. har forsøgt at godtgjøre, at de bedst situerede norske nikkelmalmbeforekomster bør kunne optage konkurrencen med de canadiske og de ny-caledonske forekomster — skal vi her levere nogle spredte, supplerende bemærkninger om den canadiske nikkelindustri, om bessemering af nikkelsten og om konkurrence-forholdene mellem de norske og de udenlandske nikkelforekomster.

Den canadiske nikkelproduktion, der som bekjendt først begyndte i midten af 1880-aarene, har udviklet sig med en

---

<sup>1)</sup> Trykt i „Geologiska Föreningens Förhandlingar“ (Stockholm), april- og mai-hefterne for 1892, samt udkomne separat, under fællestitel „Nikkelforekomster og nikkelproduktion“ paa Norges geol. unders.'s forlag. — Videre henvises vedrørende nikkelforekomsternes geologi til et arbejde af mig i „Zeitschrift für praktische Geologie“, 1893, H. 4 og 7.

aldeles forbausende hurtighed og naar allerede nu op til omtrent samme høide som den ny-caledoniske produktion; efter det gennem „The Engineering and Mining Journal“ udgivne, netop i disse dage publicerede arbeide „The Mineral Industry, its Statistics, Technology and Trade in the United States and other Countries, from the earliest time to the end of 1892“, til hvilket fortrinlige verk jeg vil henvise vort lands bergmænd, beløb tons nikkelindhold (å 1000 kgr.) i den canadiske produktion sig saaledes til:

	1889	1890	1891	1892
Tons Nikkel	305	645	2065	1840

(Nikkelindhold i den norske produktion beløb sig i 1860—72 til gennemsnitlig 40—60 tons aarlig; steg i 1875—76 helt op til 300—360 tons, og har siden 1880 holdt sig temmelig uforandret ved 90—120 tons; verdens totale nikkelproduktion har steget fra 250—300 tons aarlig i 1861—68 til 700 tons i 1874—76, 1050—1200 i 1882—87, ca. 1500 i 1888—89, antagelig 2000—2500 i 1890 og ca. 4500 i 1891; i de allersidste aar stærkt forøget konsumtion, særlig til nikkelstaal, der hovedsagelig anvendes til pantserplader.)

I slutten at 1880-aarene hed det, at den canadiske malm — der i lighed med den norske bestaar af magnetkis (med oftest ca. 4—5 % Ni), svovlkis og kobberkis, undertiden med underordnet tilblanding af nikkelrige sulfider — gennemsnitlig i den udskeidede smeltemalm skulde holde omkring 4 % nikkel; senere lød opgaverne paa 3.5, 3—3.5 og videre 3 %; saa udkom sommeren 1892 *E. D. Peters's* fjerde udgave af „American methods of coppers smelting“, hvor den canadiske *nikkelmalms gennemsnitsgehalt* anslaaes til  $2\frac{3}{4}\%$  og endelig meddeler „The Mineral Industry“, fra febr. 1893, at der ved smeltninger i stor stil er bleven udbragt 2.62 % nikkel. Vi kan følgelig sætte den canadiske nikkelmalms nettogehalt, regnet i middel for den hele produktion, til 2.6—2.75, gennemsnitlig omkring 2.65 % nikkel; ved de bedste norske gruber kommer man med rundt tal op til 2 %.

Den canadiske malm holder i middel næsten lige saa meget kobber som nikkel; den norske derimod betydelig mere nikkel end kobber.

*Brydningsudgifter.* Efter „The Mineral Industry“ beløb samtlige udbetalte lønninger ved brydning af 85,790 tons nikkelmalm, ved 8 gruber tilhørende de 4 vigtigste canadiske selskaber, sig til 322,201 dollars; naar hertil lægges udgifterne til fortømring, reparationer osv., kan 1 ton malm, frit leveret ved grubebakken (før røstningen) neppe anslaaes til under 5 dollars; 1 engelsk pund (lbs.) nikkel i malm koster følgende ca. 10 cents eller 1 kg. nikkel i malm 70 øre.

*Hytteproces.* Ved flere canadiske eller amerikanske nikkelverk benytter man nu følgende fremgangsmaade: 1. røstning (ifri hob; meget stærkt); 2. smeltning i waterjacket-ovn, til nikkel-skjærsten med 15—16 % nikkel og omkring eller henimod 15 % kobber; 3. bessemering af nikkelskjærstenen, til bessemersten (se analyse 2 a og 2 b) med omkring 35—45 % nikkel og næsten lige saa meget kobber; 4. røstning i flammeovn, til fjernelse af hovedmassen af svovlet; 5. klorerende røstning med efterfølgende ekstraktion af det dannede kobberklorid; 6. hvis noget jern er tilbage, tilsættes det extraherende gods lidt kis, hvorefter det hele nedsmeltes i flammeovn, hvor jernet „gares“ bort; det resterende nikkelsulfid 7. pulveriseres; 8. røstes første gang; 9. pulveriseres paany; 10. røstes anden gang; 11. reduceres til metal.

*Hytteudgifterne,* ved fremstilling af 1 ton nikkeloxyd, à 76 % metallisk nikkel, anslaaes i „The Mineral Industry“ til:

1. „Opslagning“ til røstning af 29 tons malm, á dl.	
0.30; hobrøstning af 29 tons malm, à 0.50 dl. . dl.	23.20
2. Smeltning paa skjærsten, 30 tons à dl. 2.50 . . „	75.00
3. Bessemering, 5 tons à dl. 2 . . . . . „	10.00
4. Første røstning, 2.50 tons à dl. 1.25 . . . . . „	3.15
5. Klorerende røstning og ekstraktion, 2.50 tons à dl. 4.00. . . . . „	10.00
6. Anden røstning, 1.75 tons à dl. 1.25; anden smeltning, 1.75 tons à dl. 3.54; sum . . . . . „	8.39
7. Første pulverisation . . . . . „	0.60
8. Første sulfidrøstning. . . . . „	5.00
9. Anden pulverisation . . . . . „	0.50
10. Anden røstning . . . . . „	5.00

---

Sum dl. 140.74

altsaa i sum pr. lbs. nikkelindhold 9 cents. — Reduktion fra oxyd til metal opføres med 8 cents pr. lbs., hvilket sidste beløb forøvrigt synes mig urimeligt stort.

De samlede udgifter pr. lbs. færdigt metal ansættes til: grubeudgifter og transport 10 c.; overførelse til oxyd 9 c.; reduktion til metal 8 c.; tab osv. under processerne 4 c.; sum 31 c. pr. lbs. nikkel, — svarende til 2.52 kr. pr. kg. metallisk nikkel.<sup>1)</sup>

I henhold til denne oversigt ansees det ikke for sandsynligt, at nikkelpriisen i en nær overskuelig fremtid vil synke ned til 30 c. pr. lbs. (=  $2\frac{1}{2}$  kr. pr. kg.).

Forøvrigt maa i denne forbindelse erindres, at prisen paa metallisk nikkel i meget væsentlig grad er afhængig af metal lets forurensninger; eksempelvis kan saaledes nævnes, at det ledende nikkelraffineri i De Forenede Stater i dec. 1892 forlangte 70 c. pr. lbs. for „first-class quality“ metallisk nikkel, medens prisen paa ordinært metal, fremstillet af samme malm og indeholdende 98 % nikkel (rest kobber, jern og svovl) var 56 c.

*Sammensætningen af de canadiske hytteprodukter.* — En i Amerika bosiddende fagmand har i brev meddelt mig en række oplysninger om de canadiske nikkelhytteprodukter, hvoraf følgende hidsættes:

Sammensætningen af det ordinære nikkeloxyd, produceret ved det store nikkelverk „The Orford Copper Co.“ (beliggende ved Constable's Hook, New Jersey) er i middel:

Analyse no. 1 a.

NiO . . . . .	97.5 %
CuO . . . . .	0.4 „
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1.5 „
As . . . . .	0.3 „
S . . . . .	0.03 „
SiO <sub>2</sub> . . . . .	0.3 „

Undtagelsesvis fremstilles ogsaa en bedre eller renere vare. af sammensætning:

Analyse no. 1 b.

NiO . . . . .	98.74 %
CuO . . . . .	0.30 „

---

<sup>1)</sup> 1 pound (lbs.) = 0.4536 kg.; 1 dollar = 3.69 kr.



Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0.70 %
As . . . . .	0.04 „
S . . . . .	0.02 „
SiO <sub>2</sub> . . . . .	0.20 „

(altsaa med lavere forurensning af As, S, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CuO og SiO<sub>2</sub>). Af denne sort leveres dog ikke meget, formentlig fordi udgifterne ved den vidtdrevne raffinering er uforholdsmæssig store.

Raamaterialet for produktionen er bessemeret nikkelsten, af canadisk malm, fra „The Canadian Copper Co.'s“ verk i Cleveland, Ohio; denne sten opgives i middel at holde:

## Analyse no. 2 a.

Ni. . . . .	45.0 %
Cu . . . . .	42.0 „
Fe . . . . .	3.5 „

(Rest, 9.5 %, vil for den væsentligste del være svovl).

I „The Mineral Industry“, s. 349, er gjengivet en anden analyse af bessemeret nikkelsten, ligeledes fra „The Canadian Copper Co.“:

## Analyse no. 2 b.

Ni+Co. . . . .	35.93 %
Cu . . . . .	40.68 „
Fe . . . . .	1.09 „
S . . . . .	19.71 „
SiO <sub>2</sub> . osv. . . . .	2.29 „

„The Canadian Copper Co.“ fremstiller selv af denne sten et metal, indeholdende:

## Analyse no. 3.

Ni . . . . .	44.81
Cu . . . . .	50.00
Fe . . . . .	3.815
S . . . . .	0.151
Si . . . . .	1.223

Fremstillingsmaaden findes ikke angivet; dog tør man temmelig sikkert gaa ud fra, at bessemerproduktet kun er bleven underkastet røstning og reduktion.

De oven anførte smaa forurensninger af arsen skriver sig fra selve malmen, som i middel ved enkelte gruber holder 0.01 % As; ved andre gruber derimod er malmen arsenfri, som ved de norske gruber.

**Bemærkninger om bessemerning af nikkelsten.** Til nærmere orientation om det chemiske forløb ved kobber- og nikkelstenbessemerningen skal vi begynde med at hidsætte en analyserække af produkter ved bessemerning af kobbersten ved Rørøs hytte.

Analyse	No. 4 I	No. 4 II	No. 4 III
Cu . . . . .	37.09	77.95	99—99.3
Fe . . . . .	34.18	1.03	0.039
Ni+Co . . . . .	0.21	0.52	0.049
Zn . . . . .	0.23	Spor	0.00
Pb . . . . .	0.20	0.02	0.000
S . . . . .	25.15	20.56	0.00
Uopl. . . . .	(?)		
Sum	(97.06)	100.08	

No. 4 I, 4 II og 4 III er prøver fra samme charge, indsendte 1889 til analysering ved universitetets metallurgiske laboratorium.

No. 4 I er skjærsten, udgangspunktet ved bessemerningen;

No. 4 II er „white metal“, hvorefter en prøve blev udtaget under et vist mellemstadium under bessemerningen;

No. 4 III er det endelige bessemerkobber.

Andre analyser af bessemerkobber viser noget højere Fe-gehalt samt en del S, paa grund af medrevne stenperler.

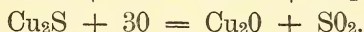
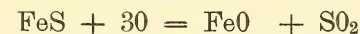
No. 4 I analyseret paa det metallurgiske laboratorium af daværende stud. min. *H. K. Borchgrevink*; No. 4 II af daværende stud. min. *H. Holmsen*; No. 4 III ligeledes analyseret paa det metallurgiske laboratorium. — Samtlige analyser udførtes med særlig omhyggelighed (ved bestemmelserne af de smaa mængder Ni, Pb, Zn samt Fe i bessemerkobberet anvendtes store indveininger samt de nøiagtigste skillemethoder.) En liden Ag-gehalt i samtlige analyser fældt og veiet sammen med Cu.

Som det godtgjøres ved disse analyser, der med lethed kunde kompletteres ved en række øvrige analyser af de forskellige gennemgangstrin, falder bessemeringen af kobbersten i to i chemisk henseende næsten aldeles skarpt fra hinanden adskilte perioder:

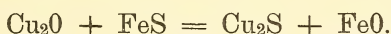
a) under den „første periode“ forslagges  $\text{FeS}$ , og der resulterer tilnærmelsesvis rent  $\text{Cu}_2\text{S}$ ;

b) under den „anden periode“ finder der sted en oxydation af  $\text{Cu}_2\text{S}$ , hvorved resulterer nogenlunde rent metallisk  $\text{Cu}$ .

Under den „første periode“ vil, strax luftens surstof kommer ind i stenbadet, saavel  $\text{FeS}$  som  $\text{Cu}_2\text{S}$  umiddelbart oxyderes hver for sig, efter formel:



Dernæst vil der øieblikkelig finde sted en dobbeltomsætning mellem det først dannede  $\text{Cu}_2\text{O}$  og det resterende  $\text{FeS}$  i stenbadet, efter formel:



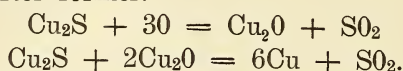
Totaliter vil det altsaa forholde sig paa den maade, som om kun  $\text{FeS}$  blev oxyderet.

Under den „første periode“ vil  $\text{ZnS}$  og  $\text{PbS}$  i sin helhed eller næsten i sin helhed blive forslaggede;  $\text{NiS}$  derimod vil, som det ogsaa illustreres ved sammenligning mellem analyserne No. 4 I og No. 4 II, for den allervæsentligste del holde sig i stenbadet, idet det ved surstoffets indvirkning umiddelbart først dannede  $\text{NiO}$  vil blive omsat med  $\text{FeS}$ , paa samme vis som ved  $\text{Cu}_2\text{O}$ . Denne omsætning mellem  $\text{NiO}$  og  $\text{FeS}$  finder dog ikke sted med fuldt saa høi intensitet som omsætningen mellem  $\text{Cu}_2\text{O}$  og  $\text{FeS}$ , af hvilken grund der under den „første periode“ maa forslagges forholdsvis lidt mere  $\text{Ni}$  end  $\text{Cu}$ .<sup>1)</sup> Og hvad  $\text{Co}$  angaar, saa vil dette metal paa grund af affinitetsforholdene maatte forslagges i forholdsvis endnu noget høiere grad, end hvad tilfældet er for  $\text{Ni}$ 's vedkommende, — et moment, som bl. a. bestyrkes derved, at

<sup>1)</sup> Det maa bero paa en tilfældighed eller paa en mindre unøjagtighed i analyseringen, at analyse no. 4 II viser lidt for høi eller vel snarere no. 4 I lidt for lav  $\text{Ni}$ -gehalt.

garslaggene ved garing af nikkelsten som bekjendt udmærker sig ved relativt høi Co-gehalt.

Under den „anden periode“ vil  $\text{Cu}_2\text{S}$  først blive oxyderet til  $\text{Cu}_2\text{O}$  og  $\text{SO}_2$ , hvorefter der vil finde sted en dobbeltomsætning („reaktion“) mellem  $\text{Cu}_2\text{S}$  og  $\text{Cu}_2\text{O}$ , hvorved resulterer metallisk Cu, efter formel:



Følgen af dette forløb er bl. a., at det endelige bessemerkobber altid vil være overgaret, o: rigt paa  $\text{Cu}_2\text{O}$ . — Muligens kan  $\text{Cu}_2\text{S}$  ved utilstrækkelig surstofftilgang delvis ogsaa direkte blive oxyderet til Cu og  $\text{SO}_2$ .

Under den „anden periode“ vil den i „white metal“ resterende FeS-gehalt næsten i sin helhed blive bortoxyderet; ligeledes viser analyserne, at ogsaa nikkelgehalten for en meget væsentlig del under denne periode bliver forslaget, hvad bl. a. ogsaa direkte bekræftes derved, at bessemerslaggerne fra den „anden periode“ ved bessemering af kobbersten udmærker sig ved forholdsvis høi Ni-gehalt.

Paa grundlag af ovenstaaende udredning kan vi uden videre drage den slutning, at bessemering af nikkelskjærsten, med eller uden Cu-gehalt, lader sig gennemføre i alle fald indtil stadiet henimod jernfrit sulfid; hvorledes det i detail vil stille sig under bessemeringens „anden periode“, og paa hvilket stadium man rationellest bør afbryde bessemeringen, kan derimod først afgjøres ved praktisk erfaring.

Ved de canadiske eller amerikanske nikkelverk synes man at stanse ved enden af den „første periode“ eller et ganske lidet stykke ind i den „anden periode“; særlig kan saaledes berøres, at det ved analyse no. 2 b gjengivne bessemerprodukt bestaar af sulfid ( $\text{NiS}$ ,  $\text{Cu}_2\text{S}$ ,  $\text{FeS}$ ) med kun en ganske liden tilblanding af frit metal; ogsaa kan det erindres, at det resulterende produkt ved disse verk af hensyn til de efterfølgende processer skal underkastes en pulverisation, af hvilken grund man ønsker at operere med det sprøde sulfid, ikke med det seige metal.

At der dog er en mulighed for at fortsætte bessemeringen af nikkelsten videre, til henimod metallisk tilstand, godtgjøres med fuld sikkerhed af de efterfølgende analyser af nikkelbessemerprodukt:



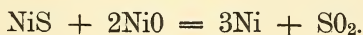
Analyse	No. 5 I.	No. 5 II.	No. 6
Ni . . . . .	} 91.83 0.14 2.85 0.70	90.01	71.74
Co . . . . .		0.77	0.0
Cu . . . . .		0.18	18.64
Fe . . . . .		2.70	1.72
S . . . . .		7.79	7.41
Uopl. . . . .			
Sum		100.68 <sup>1)</sup>	99.51

Bessemerprodukt no. 5 stammer fra en ved *Manhès's* prøve-bessemeringsverk ved Éguilles (Vaucluse) i Syd-Frankrige foretagen blæsning af nikkelskjærsten, fremstillet ved nedsmeltning af garnierit-malm med gibs eller sodarester; garnieriten er i og for sig fri for kobber, hvorfor den lille kobbergehalt maa skrive sig fra en tilfældig forurensning, f. ex. i konverter-udfodringen; prøven leveret mig af *P. Manhès* personlig under Pariserudstillingen 1889. — Bessemerprodukt no. 6, ligeledes fra *Manhès's* verk, stammer fra *norsk* nikkelmalm (Tyristrandens gruber), hvorefter der for et eller et par aar siden blev nedsendt til *Manhès* en del tons, der nedsmeltedes i skaktovn, hvorefter skjærstenen umiddelbart blev underkastet bessemering.

Analyse no. 5 I og II er udført paa det metallurgiske laboratorium af amanuensis *Chr. A. Münster*; no. 5 I af den underste, no. 5 II af den øverste skive (hvor noget mere sulfid var flydt op).

No. 6 analyseret af amanuensis *G. Thesen*; prøven holdt ikke paaviselig kobolt (ved 1 grams indveining).

Begge disse produkter, der er bestaaende af 1 del sulfid til omkring 4 dele metal, viser, at ved fortsat blæsning ind i den „anden periode“ danner sig metal, særlig metallisk nikkel, hvilket visnok i sin helhed maa skyldes en dobbeltomsætning mellem sulfid og oxyd, efter formel:



1) Procenterne beregnet paa rent metal, efter fradrag af uopløst.

Ved bessemering af kobbersten lykkes det at faa et endeprodukt, der kun holder tilbage en bagatel Fe+S, nemlig undertiden helt ned til under 0.05 % Fe og uden paaviseligt spor af S (her fraregnet enkelte stenperler, der vil flyde op til badets overflade); ved bessemering af nikkelsten derimod synes man ikke — eller i alle fald ikke uden extra stærk forslagning — at kunne faa et nogenlunde Fe- og S-frit produkt. Under Pariserudstillingen 1889 blev mig opgivet, at man skulde kunne drive nikkel-bessemeringen helt op til 97 % Ni eller Ni + Cu, rest kun 3 % Fe + S; de to analyser no. 5 og 6 viser dog 90—92 % Ni eller Ni + Cu, omkring 7 % S og 1.5—3 % Fe; i analyse no. 2 b er Fe-gehalten reduceret helt ned til 1.09 %. — Vistnok vil man antagelig ved større praxis kunne opnaa at faa reduceret Fe- og S-forurensningerne i ikke uvæsentlig grad; de hidtil foretagne undersøgelser antyder dog, at omsætningen mellem NiS og NiO paa langt nær ikke finder sted med samme intensitet som omsætningen mellem Cu<sub>2</sub>S og Cu<sub>2</sub>O, af hvilken grund det er meget vanskeligere ved bessemeringen at faa metallisk Ni end metallisk Cu.

Om forslagningen ved nikkel-bessemeringen har jeg forholdsvis faa positive kjendsgjærninger at meddele; kun fik jeg under Pariserudstillingen 1889 den oplysning, at forslagningen ikke skulde være særdeles betydelig; bessemerslaggen ved produkt no. 5 blev mig saaledes opgivet at skulle holde 2½ % Ni (sandsynligvis i middel af den hele blæsning). — Spørgsmaalet om forslagningen er forøvrigt ikke af saa særdeles væsentlig betydning, som man ved første blik gjerne vil forestille sig, idet slaggen vistnok i hvert fald vil blive saa rig paa metal — dels paa forslaget oxyd og dels paa medrevne sten- eller metal- perler —, at den maa omsmeltes, o: tilsættes ved skjærstenssmeltningen, hvorved Cu- og Ni-gehalterne for den allervæsentligste del vil gjenvindes. Om det tab, man derved lider, blir en bagatel høiere eller lavere, vil ikke influere i nævneværdig grad paa processens økonomi.

Saalænge sulfidet holder tilstrækkelig meget FeS tilbage, vil forslagningen af oxyder af Cu, Ni og Co kun være forholdsvis ubetydelig; ved fortsat blæsning, naar FeS for største delen er fjernet, vil først Co begynde i relativt rigelig mængde at gaa over i slaggen, og derefter Ni. Nøiagtige detaillier herom kan først leveres ved fremtidige undersøgelser af en

række slagprøver, tagne paa givne mellemstadier under bessemeringens forløb; vi skal dog forsøge allerede nu — paa grundlag af kjendskabet til forslagningen af Ni, Co og Cu ved skjærstens- og koncentrationssmeltningerne samt ved garingen ved vore nikkelverk, videre paa grundlag af kjendskabet paa den ene side til forslagningen af Cu ved kobbersten-bessemelingen og paa den anden side til de forskjellige forslagningsperioder ved sur og basisk jern-bessemeling — at give en schematisk oversigt over forløbet ved bessemeling af nikkelsten. Som udgangsprodukt vælger vi sten af sammensætning:

Ni	Co	Cu	Fe	S
12	1	6	55	26

Forholdet mellem  
Ni, Co, Cu, Fe i  
bessemerslaggerne:  
Ni : Co : Cu : Fe

- |                                   |                       |
|-----------------------------------|-----------------------|
| a) i beg. af blæsningen           | 0.6 : 0.1 : 0.25 : 60 |
| b) ved rest 15—25 % FeS i stenen  | 1 : 0.2 : 0.4 : 60    |
| c) ved rest ca. 10 % FeS i stenen | 2 : 0.8 : 0.7 : 60    |
| d) ved rest ca. 5 % FeS i stenen  | 3 : 2 : 1 : 55        |

Sandsynligvis vil man ved bessemeling af norsk nikkel-skjærsten, der oftest udmærker sig ved nogenlunde høi Co-gehalt, ved slutten eller henimod slutten af blæsningen kunne holde ud for sig slagger med saavidt høi Co-gehalt, at denne med økonomisk fordel kan nyttiggjøres. Særlig vil man kunne nedsmelte disse slagger med stærk kistilsats og derved faa en extra Co-rig skjærsten, der ved repeteret bessemeling vil levere slagger med koncentreret Co-gehalt. — Den canadiske nikkel-malm synes at holde forholdsvis mindre Co end den norske, hvorfor nogen særskilt tilgodegjørelse af Co-førende slagger her neppe kan lønne sig.

Ved bessemeling af kobbersten udgaar man nu oftest fra charge paa 1 eller henimod 1 tons skjærsten, à 25—35 % Cu, hvorved som endeprodukt falder omkring 250—350 kg. bessemerkobber; ved de canadiske nikkelverk, hvor man oftest arbejder med skjærsten à 15 eller lidt over 15 % Ni og 15 eller lidt under 15 % Cu, sum 30 % Ni + Cu, benyttes der, efter hvad der velvillig er bleven meddelt, ligeledes charge

paa omkring 1 ton skjærsten, og bessemeringen sker i et enkelt forløb, uden tilsætning af ny skjærsten. Hvis derimod bessemeringen skulde indføres ved norske nikkerverk, hvor produkterne oftest holder 1 del Ni til 0.35—0.5 del Cu, og hvor skjærstenen vel vanskelig under ordinære forhold kan drives op i højere gehalt end 12% Ni, svarende til 16—20 % Ni + Cu, maatte man antagelig arrangere sig paa nogen anden maade; enten kunde man benytte større charger, eller man kunde fremdeles anvende f. ex. 1 tons sten-charge, blæse denne først ned til f. ex. 0.5 tons koncentrationssten, saa paany stikke ud 0.5 tons ny skjærsten og blæse videre, muligens med nok en gangs tilsætning af ny skjærsten. Herved vil man kunne opnaa at faa et restprodukt af tilstrækkelig stor kvantitet.

Det ligger udenfor rammen af denne fremstilling at gaa ind paa økonomiske detaljer vedrørende anlægs- og driftudgifter ved nikkel-bessemerverk; for dog at give en approximativ forestilling om, hvad slags beløb det kan dreie sig om, kan berøres, at den vigtigste anlægsudgift er til selve blæsemaskinen, som maa levere omkring 100 m<sup>3</sup> blæst pr. minut med tryk mindst 350—400 mm. kviksølv, og som vil koste omkring kr. 15—20,000 (foruden motor), og som til sin drift behøver med rundt tal 70—100 hestekræfter; selve bessemerkonverterne, hvoraf man behøver et mindre antal, som f. ex. 6 eller lign., og som sættes i bevægelse ved haandkraft, er meget enkle og billige; pr. styk vil udgifterne neppe stige stort over kr. 500 eller 800.

De løbende driftsudgifter, herunder ogsaa indbefattet udfodring og anden reparation af bessemerkonverterne, ved de canadiske nikkerverk, hvor man sandsynligvis arbejder med vandkraft-motor, opføres i „The Mineral Industry“ til 2 dl. = kr. 7.50 pr. ton sten à 16 % Ni eller 30 % Ni + Cu; altsaa pr. kg. nikkelindhold i stenen kun 4.7 øre; ved eventuelt vordende norske nikkerverk, hvor man vil have at arbeide med noget fattigere sten, paa 12 % Ni eller 16—20 % Ni + Cu, vil vi for sikkerheds skyld sætte de løbende driftsudgifter ved bessemeringen (fraregnet amortisation) — under forudsætning af, at man har adgang til vandkraft — til 15 øre pr. kg. nikkelindhold, endskjønt jeg tror, at 10—12 øre vil være rundelig nok.



Inden kobberets metallurgi har bessemeringen, efter *Manhès's* system, været et overordentligt væsenligt fremskridt, hvad bl. a. kan belyses derved, at processen, som i sin praktiske gennemførelse stammer fra begyndelsen af 1880-aarene (1881—82), allerede vaaren 1889 var indført ved ikke mindre end 9 kobberverk rundt om i verden (ved Røros i ca. 1887—88; forøvrigt ved verk i Frankrige, England, Italien, Spanien, Forenede Stater og Chili); i de allersidste aar har processen vundet indgang ved endnu flere verk. — Ved behandling af nikkelholdig magnetkismalm, hvor man oftest har betydelig mere FeS at bortoxydere end ved kobbermalm, men hvor man vistnok ikke faar saa Fe- og S-frit endeprodukt som ved den tilsvarende kobber-proces, vil bessemeringen, som jeg allerede tidligere har omhandlet i et udførligt referat af *Manhès's* proces, i „Norsk teknisk tidsskrift“ 1884, utvivlsomt blive af stærkt indgribende betydning, ikke mindst i Norge, hvor man har forholdsvis fattige, men til gjengjæld billige nikkelmalme, og hvor man oftest har nogenlunde let adgang til billig vandkraft. I Canada er bessemeringen allerede indført ved mindst 3 nikkelverk, og, efter hvad man privat har meddelt mig, er man der udmærket vel fornøiet med processen.

### Sammenligning mellem de canadiske og de norske nikkelmalforekomsters nyttiggjørelse.

Som i mit tidligere arbejde „Om verdens nikkelproduktion og om konkurrence-betingelse mellem de norske og de udenlandske nikkelforekomster“ — afsnit no. 3 i „Nikkelforekomster og nikkelproduktion“ — nærmere udredet, har de canadiske forekomster fremfor de tilsvarende norske de store fordele, at de er betydelig større, saa de egner sig til drift i meget stor stil, og videre, at den canadiske smeltemalm gjennemsnitlig betegnes ved ikke uvæsentlig højere nikkelgehalt end den norske, nemlig 2.6—2.75 % contra 1.5—2.2 %. Omvendt har de norske forekomster de fordele, at 1 kg. nikkelindhold i malmen ved de bedst situerede norske gruber leveres til noget lavere pris end ved de canadiske gruber; og vedrørende den efterfølgende hytteproces kan særlig fremhæves, at materialpriser og særlig arbejdslønnen er ikke uvæsentlig lavere ved de norske end ved de canadiske verk. Arbejdslønnen ved norske verk kan saaledes sættes til kr. 2.50 til 3.00 eller

3.50 pr. dag, ved de canadiske derimod til mindst kr. 6 pr. dag; og 1 ton kokes koster frit leveret ved norske verk, alt efter transportforholde og konjunkturer, fra kr. 20 til 30, oftest lidt under kr. 25; ved de canadiske verk, hvor man maa hente kokes helt fra Pensylvanien, 7 dl. = kr. 26 pr. ton.

Vi skal ved en skitseret beregning forsøge at veie disse forskellige plus og minus mod hinanden.

*Udgift pr. kg. nikkelindhold i malm.* — Som ovenfor omtalt, koster 1 kg. nikkel ved de canadiske forekomster i malm, à 2.6—2.75 % nikkel, i middel 70 øre; ved de saavel med hensyn til malmtilgang som til malmens gjennemsnitlige nikkelgehalt bedst situerede norske gruber kan 1 kg. nikkel i malm leveres til 40—45 à 50 øre, ved malm à 1.5—2.2, middel 1.9 % nikkel (netto, 0: fraregnet smeltetab); medregnes ogsaa transport til hytte, kan 1 kg. nikkel i malm, à 1.9 % nikkel, anslaaes til udgift 55 øre.

*Malmrøstning og skjærstenssmeltning.* Ved de canadiske forekomster opføres malmrøstningen, i „The Mineral Industry“, pr. 100 tons malm til 30 dl. i „opslagning“ og 50 dl. i egentlig hobrøstning, sum 80 dl.; og *E. D. Peters* anslaaer samme post, paa grundlag af en detailleret beregning, til 80½ dl. — altsaa pr. 100 tons = Kr. 295.

Ved de norske nikkel- og kobberverk beløber malmrøstningen, inklusive „opslagningen“, der forøvrigt ved nikkelverkerne paa grund af malmens skarpe skeidning oftest kun spiller forholdsvis liden rolle, sig til kr. 50—80 pr. 100 tons<sup>1)</sup>; skal dog malmen underkastes en meget stærk røstning, saa man ved den efterfølgende skjærstenssmelning kan opnaa en høi koncentrationsgrad, vil røstningen pr. 100 tons malm kunne anslaaes til kr. 100.

Skjærstenssmeltningen, i waterjacket-ovn, ved de canadiske verk, hvor 1 ton kokes i middel smelter 7 tons malm, beløber sig, efter „The Mineral Industry“, pr. 100 tons malm i sum til dl. 250 = kr. 920, medens samme udgiftspost ved norske nikkelverk kan anslaaes til kr. 400—750; for sikkerheds skyld vil vi ved vor beregning gaa ud fra et forholdsvis høit tal, kr. 700.

---

<sup>1)</sup> Herom henvises til en udførlig fremstilling af mig „Malmrøstning og skjærstenssmeltning, med særlig hensyn til driften af de norske kobber- og nikkelverk“, i „Norsk teknisk tidsskrift“, 1893.

Altsaa: ved de canadiske verk malmrøstning og skjærstens-smeltning i sum kr. 1215 pr. 100 tons malm, der forudsættes at holde 2.65 % nikkel (netto); følgelig 46 øre pr. kg. nikkelindhold. — Ved de norske verk kan de samme to processer pr. 100 tons malm á i middel 1.9 % anslaaes til i sum kr. 800, hvilket giver 42 øre pr. kg. nikkelindhold.

*Bessemeringen* angives ved de canadiske verk til kun 4.7 øre pr. kg. nikkelindhold, medens vi ved norske verk for denne post for sikkerheds skyld vil anslaa ikke mindre end 15 øre pr. kg. nikkelindhold.

## Oversigt.

## Udgift pr. kg. nikkelindhold

	ved canadiske verk	ved norske verk
i malm . . . . .	70 øre	55 øre
i malmrøstning og skjærstens- smeltning . . . . .	46 „	42 „
i bessemering . . . . .	4.7 „	15 „
Sum	120.7 øre	112 øre

(heri ikke medregnet administration, amortisation osv.).

Til sammenligning kan anføres, at 1 ton ny-caledonsk nikkelmalm, frit leveret i Havre — ifølge en udførlig fremstilling af *F. Benoit* om de ny-caledonske nikkelgruber, i „Bull. de la soc. de l'industrie minerale“, St. Etienne, 1892 — opføres til værdi 165 frc.s ved 9.5—10.5 % Ni og 145 frc.s ved 7.5—8.5 % Ni; 1 kg. Ni i malm belastes følgelig med udgift kr. 1.17—1.28. I henhold til en anden, privat erholdt meddelelse koster 1 ton ny-caledonsk malm, á 8.5 % Ni, frit leveret i Havre 130 frc.s; 1 kg. Ni i malm altsaa Kr. 1.09.

I bessemerprodukt med samme samlede nikkel- og kobbergehalt — nemlig alt efter omstændighederne enten 76—80 % Ni + Cu, 1—3 % Fe, 18—20 % S eller 90—92 % Ni + Cu, 1—2 % Fe og 5—8 % S — vil saaledes de bedst situerede norske nikkelforekomster, der samtidig udmærker sig ved a) stor malmtilgang, b) høi midlere nikkelgehalt i smeltemalmen

(nemlig mindst 1.9 % nikkel netto) og c) bekvemme transportbetingelser, kunne levere 1 kg. nikkel til lidt lavere produktionspris, end hvad tilfældet gennemsnitlig er ved de canadiske forekomster.<sup>1)</sup> — Hvad den videre raffinering angaar, vil denne antagelig stille sig ligesaa høi i Canada eller De Forenede Stater som i Norge; de canadiske hytteprodukter holder vistnok mere kobber i forhold til nikkel end de norske, man faar saaledes mere kobber som biprodukt, men til gjengjæld faar man ogsaa mere arbeide, saa den ene fordel opveier den anden ulempe.

Hvilken arbejdsmethode, der bør vælges ved raffineringen, skal vi her af forskjellige grunde ikke nærmere omhandle; kun kan berøres, at jeg ikke tror, at den ved enkelte amerikanske verk fulgte klorerende røstning med efterfølgende ekstraktion af kobbergehalten i længden vil vise sig fordelagtig; snarere formoder jeg, at man særlig i vort land, hvor vandkraft oftest er forholdsvis billig, bør vælge en elektrolytisk proces, der allerede er udarbejdet — nogenlunde samtidig og uafhængig af hinanden af amanuensis *G. Thesen* ved universitetets metallurgiske laboratorium og af en større tysk anstalt — i næsten alle detaljer.

I de allersidste aar har forbruget af nikkel været i meget stærk stigning, særlig paa grund af den nye anvendelse til nikkelstaal; videre er det i praxis bleven godtgjort, at de canadiske forekomster har kunnet optage konkurrancen med de ny-caledonske, og saavel i dette arbeide som ved en tidligere anledning har jeg forsøgt at fremlægge detailleret bevis for, at de bedst situerede norske nikkelverk bør kunne arbeide ligesaa billig eller kanske endnu lidt billigere end de canadiske. Der er følgelig fuld grund til at ofre vor nikkelindustri — hvis produktion under de høie konjunkturer i 1875—76 beløb sig til samlet værdi 2.5—3 mill. kr. aarlig, men som nu i de senere tider er sunket ned til værdi kun 200,000 kr. aarlig — større opmærksomhed, end tilfældet oftest har været i de sidst forløbne 10—15 aar.

---

<sup>1)</sup> Det kan her ogsaa indskydes, at to forskellige fagmænd, som er fortløbende med de canadiske forekomster, og som kjender de norske dels paa grundlag af eget studium og dels gennem mit arbeide „Nikkelforekomster og nikkelproduktion“, meddeler mig, at de bedste norske forekomster bør kunne optage konkurrancen med de canadiske.



Verdens samlede nikkelproduktion i de allersidste aar (1892 og 93) kan anslaaes til et par eller nogle faa tusind tons, antagelig nu mindst omkring 4000 tons metallisk nikkel aarlig; et enkelt norsk grubefelt vil neppe i længden kunne producere mere end 100—150 tons nikkel, samt 50 tons kobber, aarlig, og det hele land neppe over nogle faa hundrede tons aarlig; man behøver saaledes ikke at frygte for, at igangsættelse af et eller i høiden et par moderne metallurgiske anlæg hertilands til tilgodegjørelse af nikkelmalm vil influere i nævneværdig grad paa markedets stilling.

---

## Om Bestemmelse af Søvandets Saltgehalt ved Hjælp af dets elektriske Ledningsevne.

Af

**Hercules Tornøe.**

---

Efter Opfordring af Dr. Nansen paatog jeg mig ivaar det Hverv at forsyne hans Polarekspedition med de fornødne Instrumenter til Maaling af Søvandets Saltgehalt. Dette Hverv har ført til Udarbeidelse af en ny Metode, som skal beskrives i denne Afhandling.

Da der ikke vel kan være Tale om Anvendelse af Vægt ombord paa et Skib i rum Sø, maa selvfølgelig alle Metoder, som skal anvendes tilsøs, være indirekte Metoder. Tidligere er mig bekjendt udelukkende anvendt Aræometermetoden og Titrermetoden.

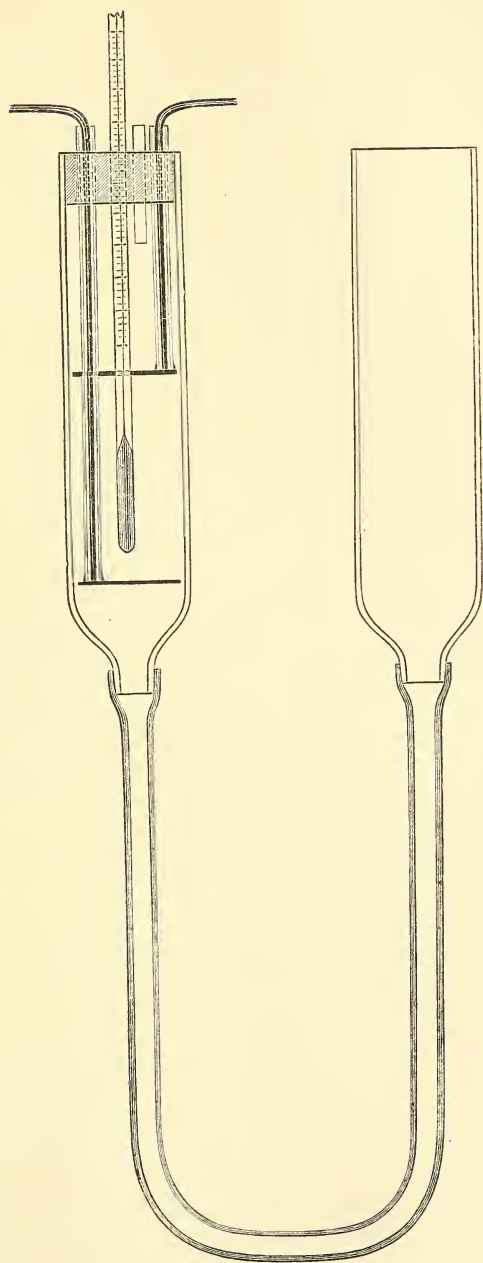
Ifølge de Erfaringer, jeg før<sup>1)</sup> har gjort, antager jeg, at disses Nøiagtighed kan sættes paa Siden af hinanden, men man tør vel ikke gjøre Regning paa at faa Saltgehalten nøiagtigere bestemt, end at Feil paa 0.01 à 0.02 pCt. endnu enkeltvis kan forekomme.

Vistnok maa dette Resultat i Almindelighed ansees som særdeles respektabelt, men et Blik paa Resultaterne af de i rum Sø udførte Bestemmelser viser dog, at Differentserne i Saltgehalterne i alle Fald for Vandprøver fra Dybet — hyppig ikke er synderlig større end de mulige Observationsfeil.

---

<sup>1)</sup> Den norske Nordhavsekspedition. Chemi Side 65.

Hercules Tornøe. Om Søvandets Saltgehalt.







Da disse smaa Differentser i Saltgehaltet ofte kan være nær sagt de eneste Støttepunkter for Slutninger vedkommende Strømforhold og andre Spørgsmaal af Interesse, er det selvfølgelig beklageligt, at deres sande Værdier risikerer at blive aldeles usikkert bestemte paa Grund af, at Observationsfeilene nærmer sig for stærkt til at blive af samme Orden som de Størrelser, der skal bestemmes.

Tiltrods for at de ældre Metoder giver en respektabel, ja i Sammenligning med vanlige kemiske Metoder særdeles stor Nøiagtighed, maa det saaledes alligevel erkjendes, at den ikke altid er tilstrækkelig for Øiemedet, og jeg har derfor lagt Vind paa at udfinde en ny Metode, hvorved en større Nøiagtighed kunde opnaaes. Den Egenskab ved Søvandet, hvis Maaling gav bedst Haab om et godt Resultat, var dets elektriske Ledningsevne. Ledningsevnen lader sig ved Hjælp af Vekselsstrømme og Telefon i en almindelig Wheatstones Bro maale ombord paa et Skib ligesaa let som i Land, naar forstyrrende Ulyd ikke er altfor stærkt fremtrædende, og Bestemmelse af Ledningsevnen frembyder desuden en anden iøinefaldende Fordel fremfor Bestemmelse af Egenvægt ved Aræometer. Medens i en specifik Vægt, f. Eks. 1.0273, kun de 3 sidste af de observerede 5 Zifre kommer til Nytte, fordi den specifikke Vægt ikke nærmer sig 0, men 1, naar Saltmængden gaar mod 0, saa kan for Ledningsevnen Vedkommende hele den observerede Størrelse benyttes, da Ledningsevnen gaar mod 0 samtidig med Saltgehalten.

Ved Valget af Formen af de Apparater, som skal komme til Anvendelse ved Maalingen, maa man fremforalt se paa to Ting.

1. Maa Elektroderne være aldeles ubevægelige i Forhold til hinanden og deres Plads i Karret altid den samme, for at ikke en Forandring af Kapaciteten skal ødelægge Maalingen.
2. Maa paa Grund af den betragtelige Størrelse, som Temperaturkoefficienten for Ledningsevnen har, Temperaturen være mest mulig jevn og konstant, for at den kan være let at maale med stor Nøiagtighed.

For at tilfredsstille den første Fordring, har jeg anvendt de af S. Arrhenius konstruerede Elektroder og indført en liden Forandring i den Maade, hvorpaa de forbindes med Karret,

og i den Maade, hvorpaa Karret fyldes. Karret bestaar, som Figuren udviser, i det væsentlige af 2 nedentil aabne cylindriske Glasrør af Form og Størrelse som store Reagentsrør, i hvis Bund der er loddet mindre Ansatsrør. Disse er forbundne med hinanden ved en Kautschukslange, hvorved det hele faar Karakteren af to kommuniserende Rør. Det ene Rør er oventil forsynet med en lufttæt Prop, hvorigjennem gaar de med Glasrør omgivne Ledningstraade til Elektroderne, Thermometrets Stilk og et Rør, hvorigjennem den af Vandet fortrængte Luft kan undvige. Dette Afløbsrørs Munding befinder sig omtrent 1 cm. under Proppen.

Thermometret, der maa være delt i Tiendedelsgrader, er saaledes anbragt, at dets Reservoir befinder sig midt imellem de to Elektroder. For at saavel Thermometer som Elektroder skal være urørlige i Forhold til hinanden, bevarer Proppen, hvori de er befæstede, sin Plads uforandret, og al Fyldning og Tømning sker gjennem det andet Rør. Ved Hævning og Sænkning af dette bringes Sø vandet til at stige til et bestemt Niveau i Elektrodekarret. Fordelagtigst er det at bringe det til at stige saa høit, at det netop begynder at presses op igjennem Afløbsrøret oventil. I alle Fald bør Sø vandet fylde Elektrodekarret til nogle Centimeter over den øverste Elektrode, for at en liden Forskjel i Indstillingen ikke skal have mærkbar Indflydelse paa Modstanden. Erfaring viser, at Telefonaflæsningen giver det skarpeste Resultat, naar Elektrodernes Afstand og Karrets Størrelse vælges saaledes, at normalt Sø vand giver en Modstand paa omtrent 30 Ohm.

Til Maaling af Modstanden i Sø vandet anvendtes forøvrigt en Wheatstones Bro af Platinatraad, en Modstandskasse med bifilar viklede Modstande fra Hartmann & Braun i Frankfurt og en for Øiemedet konstrueret Telefon fra samme Firma.

Maaden, hvorpaa Maalingerne af Modstandene udføres, er saa kjendt fra Beskrivelse af F. Kohlrausch, at jeg finder det uforment at opholde mig nærmere derved. Saavel Thermometer som de elektriske Apparater var paa det omhyggeligste undersøgt og Tabel for deres Korrektioner udarbejdet.

Det siger sig selv, at man vilde faa den simpleste Reduktion og Beregning af Forsøgene, dersom man kunde maale alle Modstande ved samme Temperatur. Iland vilde ogsaa dette være let at iværksætte ved Hjælp af en Thermostat, men

ombord paa et Skib i rum Sø eller i Pakis vil saadant neppe uden særlig store Ulemper lade sig udføre. Ombord vil det utvivlsomt være fordelagtigst at maale enhver Modstand ved den netop forhaandenværende Temperatur i Observationsrummet. Denne Temperatur vil ogsaa være lettest at holde konstant og at maale med fornøden Nøiagtighed. Skal man imidlertid gaa frem paa den Maade, tiltrænges nøiagtigt Kjendskab til Ledningsevnsens Afhængighed af Temperaturen. Temperaturkoefficienten for Ledningsevnen maa imidlertid ikke alene kjendes for Søvand af forskjellig Styrke. Af følgende Grunde er det ogsaa nødvendigt at kjende den for en eller anden Normalopløsning.

Modstanden i Søvandet, saaledes som den maales ved det ovenfor beskrevne Apparat, afhænger ikke alene af Søvandets Saltgehalt og Temperatur, men ogsaa af Elektrodekarrets Form og Størrelse, det vil sige, man maa kjende Karrets Kapacitet. Denne kan selvfølgelig letvindt bestemmes ved Maalinger udført paa en eller anden Opløsning af bestemt Styrke og med kjendt Ledningsevne. Istedetfor af saadanne Maalinger at beregne Karrets Kapacitet for derefter at udtrykke Søvandets Ledningsevne i absolut Maal, er det i det foreliggende Tilfælde fordelagtigere at bestemme Forholdet mellem Søvandets og Normalopløsningens Ledningsevne og at benytte det saaledes fundne Tal som Maal for Saltgehalten.

Som Normalopløsning anvendte jeg en Opløsning af Klor-kalium af 3.5 pCt. Styrke. Den Klorkalium, hvoraf Opløsningen tillavedes, var fremstillet ved Glødning af kemisk rent Kaliumklorat.

Ved den her givne Udredning er Gangen i Observationerne given.

Først gjaldt det at skaffe sig passende valgte Søvandsprøver af bekjendt Styrke. Kaptein Bille paatog sig velvillig paa en Reise til Hamburg at skaffe mig en Prøve friskt Søvand fra Horns Rev. Dettets Saltgehalt bestemte jeg først ved 4 uafhængige Observationer efter en tidligere beskrevne Metode<sup>1)</sup> til

3.431, 3.428, 3.431, 3.428, i Middel 3.43 pCt.

---

<sup>1)</sup> Den norske Nordhavsekspedition. Chemi Side 56.



Ved Sammenveining af Vand og passende valgte Mængder af dette Søvand tillavede jeg derefter 3 andre Søvandsprøver af henholdsvis 2.6, 1.7 og 0.8 pCt. Saltgehalt. Til Kontrol paa Rigtigheden af de udførte Observationer bestemtes samtlige Søvandsprøvers specifikke Vægt ved 17.05 i Forhold til rent Vand af 17.05. Kaldes den fundne specifikke Vægt  $s$  og Saltgehalten  $p$ , saa skal ifølge Resultatet af tidligere Forskninger  $\frac{p}{s-1}$  være et konstant Tal,  $k$ , uafhængigt af Saltgehalten. For de 4 Prøver fandtes her

$p$	3.43,	2.6,	1.7,	0.8
$s$	1.02611,	1.01977,	1.01292,	2.00609
$k$	131.4,	131.5,	131.6,	131.4, Middel 131.5.

Koefficienten  $k$  er, som det vil sees, inden Grændserne af de uundgaelige Observationsfeil konstant. Som Værdi for denne Koefficient har jeg tidligere<sup>1)</sup> fundet 131.9. De Maalinger, som udførtes med de saaledes præparerede Opløsninger, var følgende:

Klorkaliumopløsning.		Søvand af 3.43 pCt. Styrke.		Søvand af 0.8 pCt. Styrke	
Temp.	Modstand.	Temp.	Modstand.	Temp.	Modstand.
5.0 C.	37.21 Ohm	5.2	41.28 Ohm	6.0	153.37 Ohm
6.8 "	35.56 "	6.6	39.77 "	8.0	145.07 "
9.0 "	33.74 "	8.0	38.39 "	10.0	137.97 "
10.5 "	32.66 "	9.2	37.24 "	11.9	131.81 "
12.7 "	31.06 "	11.0	35.68 "	14.9	122.81 "
14.0 "	30.14 "	13.3	33.73 "	18.7	113.07 "
16.5 "	28.64 "	15.4	32.18 "		
17.3 "	28.19 "	17.7	30.53 "		
Søvand af 1.7 pCt.		Søvand af 2.6 pCt.			
Temp.	Modstand.	Temp.	Modstand.		
9.3	70.23 Ohm	8.5	48.53 Ohm		
11.4	66.55 "	11.6	44.99 "		
15.1	61.10 "	14.0	42.52 "		

Af de ovenfor gjengivne Observationer kan man for det første beregne saavel for Klorkaliumopløsning af 3.5 pCt. Styrke som for Søvand af 3.43 pCt. Styrke, Temperaturkoefficienten for Modstanden,  $\alpha$ , efter Ligning (1), hvori  $M_0$  og  $M_t$  betyder Modstandene henholdsvis ved 0 og  $t^0$ .

<sup>1)</sup> Den norske Nordhavsekspedition. Chemi Side 58.



$$(1) \quad M_o = \frac{M_t}{1 + \alpha t} = \frac{M_t}{k_t}$$

Beregningen viser, at Temperaturkoefficienten langt fra er konstant, ja selv et Udtryk af 1ste Grad tilfredsstiller ikke Observationerne. For Bekvemheds Skyld har jeg nedlagt Beregningens Resultater i Tabeller, hvoraf de søgte Værdier med Lethed kan findes ved Interpolation.

Beregningerne er udført efter de mindste Kvadraters Metode, men med de fornødne Aproksimationer, for at ikke Regningerne skulde antage altfor uoverkommelige Dimensioner. Som Resultat fandtes:

Temperatur C.	$k_t$	
	For Klorkalium- opl. af 3.5 pCt. Styrke.	For Søvand.
5 °	0.8829	0.8662
6	8615	8443
7	8409	8232
8	8210	8028
9	8018	7831
10	7832	7641
11	7654	7457
12	7483	7280
13	7319	7109
14	7161	6944
15	7011	6786
16	6868	6634
17	6732	6490
18	6602	6353
19	6480	6223
20	6365	6100

Den sidste Kolonne er beregnet ved Hjælp af Observationerne med Søvand af Saltgehalt 3.43 pCt., og de skulde altsaa ventes at være gyldige alene for Søvand af lignende Styrke. Reducerer man imidlertid de Modstandsbestemmelser, der er udført med Søvand af 0.8 pCt. Styrke, til 0 ° ved Hjælp

af Temperaturkoefficienten for Søvand af 3.43 pCt., viser det sig, at man faar Værdierne

181.6   180.7   180.6   180.6   180.6   180.6

Da disse Undersøgelser af Grunde, som senere skal paa-  
peges, maa betragtes som foreløbige, fremgaar heraf, at en  
Reduktion ved Hjælp af en eneste Temperaturkoefficient for  
Søvand af en hvilkenksomhelst Styrke er fuldt tilstrækkelig for  
Øiemedet.

Efter at Modstanden saavel for Klorkaliumopløsningen  
som Søvandsprøverne er reduceret til 0° ved Hjælp af de i  
foregaaende Tabel givne Tal divideres Modstanden af Klorka-  
liumopløsningen med Modstanden af Søvandet, hvorved erholdes  
Søvandets Ledningsevne i Forhold til Klorkaliumopløsningens.  
Forbindelsen mellem den saaledes fundne Ledningsevne og  
Saltgehalten sees af efterfølgende Tabel, hvori p betegner  
Søvandets Saltgehalt og  $\lambda$  dets elektriske Ledningsevne i  
Forhold til Klorkaliumopløsning af 3.5 pCt. Styrke ved 0°.

p	$\lambda$	p	$\lambda$
4 %	1.0037	2.0 %	0.5419
3.8	0.9613	1.8	4921
3.6	9182	1.6	4420
3.4	8741	1.4	3913
3.2	8286	1.2	3396
3.0	7823	1.0	2867
2.8	7354	0.8	2328
2.6	6880	0.6	1773
2.4	6400	0.4	1198
2.2	5913	0.2	0605

Efter de her gjengivne Tabeller beregnes med Lethed af  
en Modstandsbestemmelse i et Søvand dettes Saltgehalt. For  
at prøve Rigtigheden af de Beregninger, hvorved Tabellerne  
er fundne, har jeg af alle de tidligere opførte Modstands-  
bestemmelser beregnet de tilsvarende Saltgehalter og fundet:

## Saltgehalt beregnet af Modstanden.

								Virkelig Saltgehalt.
3.433	3.431	3.431	3.434	3.429	3.434	3.428	3.437	3.43
2.602	2.601	2.600	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	2.6
1.696	1.702	1.702	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	1.7
0.797	0.801	0.802	0.801	0.801	0.801	. . . . .	. . . . .	0.8

Det ovenfor gjengivne Resultat af Beregningerne er i nogen Grad egnet til at give en Ide om Nøiagtigheden af Metoden. Man maa dog ved Overveielser vedkommende dette Spørgsmaal tage Hensyn til følgende:

1. Er den første Observationsrække benyttet til at beregne Temperaturkoefficienten for samtlige Søvandsprøver, og det er derfor kun Afvigelsen i de tre første Rækker fra Middeltallene for samme, som kan tjene som skarp Kontrol. Vistnok er Tabellen for Temperaturkoefficienten kontinuerlig og kan derfor ikke bringes til at dække hele 7 Observationer, uden at disse er nogenlunde gode, men ikke ubetydelig Formindskelse af Afvigelserne vil altid opstaa derved, at disse Observationer har tjent til Tabellens Beregning.
2. At Middeltallene af de 4 Rækker stemmer overens med de virkelige Saltgehalter beviser intet, da disse er benyttet til Beregning af den Tabel, som angiver Sammenhængen mellem Saltgehalt og Ledningsevne.

Paa Grund heraf kan det meget vel hænde, at Resultaterne af de her gjengivne Maalinger er adskilligt daarligere, end man ved første Øiekast skulde være tilbøielig til at tro; dette er det ogsaa af en anden Grund rimeligt at antage, da Observationerne er udførte under meget ugunstige Omstændigheder.

Apparaternes Form og Størrelse forudsætter, at man har Anledning til at udføre Maalingerne ved den Temperatur, der tilfældigvis forefindes i Observationsrummet; thi denne Temperatur er selvfølgelig den eneste, som man kan gjøre sig Haab om at faa maalt med den fornødne Nøiagtighed.

Et Blik paa Tabellen for Temperaturkoefficienten for Søvand viser, at en Feil i Temperaturbestemmelsen af  $0^{\circ}.1$  for Søvand af normal Stykke bevirker en Feil af ca. 0.008 pCt. i

Saltgehalten, og det er derfor særdeles ønskeligt at kunne bestemme Temperaturen adskilligt nøiagtigere end paa 0.01 nær. I de Dage af Juni Maaned, da jeg udførte de gjengivne Observationer, var Temperaturen i Luften usædvanlig høi, og jeg raadede desværre ikke over et Rum, hvor Temperaturen paa kunstig Vis kunde sænkes. Det vil ikke vække Forundring, at det viste sig umuligt at opnaa en saa virksom Isolation, at Temperaturen i de smaa Vædskemængder, hvorom her var Tale (ca. 30 cm.<sup>3</sup>), kunde holdes fuldkommen konstant.

Jo lavere ned Temperaturen skulde bringes, desto vanskeligere var Opgaven, og jeg fandt det derfor nødvendigt indtil videre ganske at give Afkald paa Bestemmelsen af Temperaturkoefficienterne for Temperaturer under 5°. For de øvrige Temperaturers Vedkommende er Observationerne utvivlsomt nogenlunde gode, men jeg tror dog, at det vil være sikrest at betragte de bestemte Temperaturkoefficienter som foreløbige. Naar Nansensekspeditionen Observationer foreligger, agter jeg Vinterdag, under Forholde, da alle Temperaturer mellem 0 og 20° kan erholdes i Observationsrummet, at bestemme Temperaturkoefficienten paany. Kun under den Omstændighed kan Metodens Fínhed udnytted til det yderste.

Hvor det som her i hydrografisk Øiemed gjælder at bestemme Saltgehalten med den størst mulige Grad af Nøiagtighed, er det selvfølgelig, at man altid bør observere ved Værelsets Temperatur, og man maa derhos ikke nøie sig med en enkelt Aflæsning, men tage flere, som da bør gjøres mest muligt uafhængige af hinanden. Metoden giver hertil den bekvemmeste Anledning, da saavel Temperatur som de indskudte Hjælpemodstande kan varieres. Dersom Temperaturen varierer for meget under Aflæsningen, bør Observationen uvægerlig kasseres.

Holder man sig disse Regler efterrettelig, antager jeg, at man hurtig og let vil kunne bestemme Søvandets Saltgehalt med en Nøiagtighed af omkring 0.005 %.

---



## Mærker fra istiden og postglaciale skjælbanker i Namdalen.

Af

**J. Rekstad.**

(Med 3 kartskisser).

Namdalen, det nordligste fogderi i Trondhjems stift, ligger mellem  $64^{\circ}$  og  $65^{\circ} 9'$  n. br. og strækker sig fra havet i vest til grænsen mod Sverige i øst. Den største udstrækning fra vest til øst er ca. 170 km., og fogderiets fladeindhold er større end mange af vore amters.

Namdalens fjelde er temmelig ensformige, og de ser paa-faldende slidte og afglattede ud helt op til de høieste toppe. Her findes ikke slige storartede og dristige fjeldformer som de, vi beundrer i det tilstødende Nordlands amt. Denne forskjel i fysiognomi hos de to sammenstødende landsdele betinges af, at det for en stor del er andre bergarter, der danner den faste fjeldgrund i Nordland, end i Namdalen. Et blik paa Dahlls geologiske kart over det nordlige Norge viser os, at fjeldgrunden i Nordland har en rig afveksling i sin bygning, medens den i Namdalen er forholdsvis ensartet. Granit og gneis optager her det meste, og kun i den østlige del af fogderiet optræder andre bergarter.

Det granitfelt, som strækker sig langs kysten fra Kristiansund til Vefsen, har sin største udbredelse i Namdalen. Fjeldmassen fra havet til Namsens dalføre bestaar væsentlig af denne bergart, og herfra udskyder der sig en bred arm af

den samme bergart paa sydsiden af Namsen østover til Lierne, hvorpaa den bøier mod syd indover rigsgrænsen i Sørli. Flere steder inden dette granitfelt optræder gneispartier, af hvilke de betydeligste er det ved Foldenfjord og det, som strækker sig fra havet i Fosnes gennem Vemundvik, Overhalden og henimod Snaasen. Østenfor graniten har man et felt gl. skifer, der fortsætter mod øst ind i Sverige. Dette skiferfelt sender en smal arm opefter Høilandets dalføre forbi bunden af Foldenfjord. Som en ø i skiferfeltet hæver gabbromasserne ved Heimdalshaugen sig med en brem af protogingranit langs sin sydside, og langs vestsiden af Sanddøla strækker en smal tunge af sandsten sig mellem denne elv og gabbroen i vest opover forbi Tunnsjøen og Limingen, hvor den udbreder sig noget mere.

### Skuringsstriber

er ret hyppige over hele Namdalen. I dalene falder deres retning som regel sammen med dalførernes, medens de overalt i høiderne og paa frit liggende steder gaar i vestlig retning. Nedenfor anføres retning og observationssteder af skuringsstriber, og paa vedføjede kartskitse er de markerede ved pile, hvis spids vender i den retning, bevægelsen antages at have gaaet.

		Bevægelsesretning, retvisende.
Namsos prestegjeld.	{ Svarthøgda, NNW for Namsos, 250 m. o. h.	W.
	{ Mærranesfjeld, <sup>1)</sup> v. for Namsos, 240 m. o. h.	W 19° N.
	{ *) Havikskaret, ved veien paa n.-siden	N 20° W.
	{ Spillumsakselen, 441 m. o. h.	W 20° N.
	{ *) Tinholmen, <sup>2)</sup> ved Namsos	W 19° S.
	{ Mellem Namsos og Vemundvik ved den gl. vei	W.

\*) De saaledes betegnede steder ligger i dale eller ved fjorde, hvor den lokale indflydelse paa isens bevægelsesretning maa have gjort sig stærkt gjældende særlig under det sidste afsnit af glacialtiden, da isens mægtighed var ringe.

1) Her har man en udpræget stødside i øst. De smaa øer, Brandøen, Indre Gaasø. Ytre Gaasø og Høen, der ligger i fjorden udenfor Namsos, har ligeledes alle tydelige stødsider mod øst.

2) Her har berget særdeles smukke skuringsfurer, ret som det skulde være udhulet med en jettehøvl.

		Bevæg. retning, retvisende.
Namsos prestegjeld.	(*) Reiten <sup>1)</sup> ved Lyngenfjord	N 14° O.
	(*) Bergem, Vetterhusbotn	W 10° S.
	(*) Afløften, —	W 4° S.
	(*) Ved Fosviken, —	W 11° S.
	(*) Vetterhus	W 2° S.
Nærø	(*) Varø	W 10° S.
	prestegjeld. ( Rørvik	W 40° N.
(*) Saur, indre Folden, 70 m. o. h.		N 19° O.
(*) Opland i Flatanger, ved veien NW for gaarden		W 32° N.
Overhaldens (	(*) Trappen ved Namsen	W 3° N.
prestegjeld. (	(*) Engstad „ —	W 31° N.
Ved Salsvandet (	(*) Døraneset <sup>2)</sup>	W 9° S.
i Fosnes	(*) Eiden, 375 m. o. h.	W 37,5° N.
prestegjeld. (	Henne, 175 m. o. h.	W 40° N.
Grongs prestegjeld.	Rosaasen, <sup>3</sup> Høilandet, 469 m. o. h.	{ W 20° N.
	(*) Flakvand, Høilandet	{ W 40° N.
	(*) Grungstadvand, Høilandet	S. 6° W.
	(*) Eidsvand, —	W 16° S.
	Heimdalshougen, <sup>4)</sup> 1160 m. o. h.	W 22° S.
	(*) Nyenget, Fiskem	W 5° S.
	Tømmeraasfjeld, 650 m. o. h.	W 40° S.
Nordli.	(*) Holandsøi ved Namsen	W.
	{ Eidet, ved veien omtrent 1 km. sønden-	W 31° S.
	for husene	W 5° S.
	{ * Murusjøens vestende, 320 m. o. h.	W 10° N.

### Vandreblokke

forekommer over hele Namdalen saavel i de lavere trakter som ogsaa paa de høiere liggende steder helt op til de høieste

<sup>1)</sup> Stødsider var særdeles vel udviklede paa nogle skjær, og heraf kan man se, at bevægelsen har gaaet mod N udefter tjorden.

<sup>2)</sup> Kjæmpemæssige skuringsfurer i den lodrette fjeldvæg ved Salsvandets sydside.

<sup>3)</sup> Det eneste sted, hvor to hinanden krydsende sæt skuringsstriber observeredes. De med retning W 20° N synes at være de sidst fremstaaede.

<sup>4)</sup> Toppen af Heimdalshougen er ganske glatskuret, men de finere striber er udslettede ved atmosfærelernes erosion; kun de grovere furer staar igjen.

fjeldtoppe. Paa alle de fjelde, jeg har besteget her, har jeg stødt paa vandreblokke. Særlig fremtrædende var dette paa Heimdalshougen (1160 m.), det høieste fjeld i Namdalen næst-  
 efter Hartkjølen (1390 m.) i Lierne.

Toppen af Heimdalshougen er, som før anført, stærkt skuret og desuden besaaet med vandreblokke, af hvilke mange er store som huse. Flerheden af disse blokke bestaar af samme bergart som underlaget nemlig gabbro, men desuden optræder ogaaa blandt dem gl. skifer, granit og en rød sparagmitartet sandsten.

De skurede fjeldtoppe og vandreblokkene viser, at isen har havt en saa betydelig mægtighed, at den endog har gaaet over de høieste fjelde, og skuringsstribernes retning i forbindelse med de bergarter, hvoraf blokkene bestaar, afgir bevis for, at bevægelsen har gaaet fra øst mod vest over Heimdalshougen. Der findes nemlig ikke sandsten i fast fjeld paa vestsiden, medens vi har den paa østsiden af gabbrofeltet om dette fjeld ligesom ogsaa længere mod øst inde i Sverige.

Af karakteristiske vandreblokke, som har en almindelig udbredelse i Namdalen, kan særlig fremhæves den røde sparagmitartede sandsten, der forekom paa Heimdalshougen. Runde blokke af denne bergart, sjelden større end en mands løft, har jeg truffet helt fra rigsgrænsen i Nordli til havet i vest. I Namsens dalføre er de ikke sjeldne paa strækningen fra Namsos og op til Trones. Høiere op langs Namsenelv har jeg ikke faaet anledning til at anstille undersøgelse. Opefter Høilandet gaar de ialfald til Øievandet, hvorimod de ikke kunde paavises ved bunden af Foldenfjord. Ved Salsvandet paa sydsiden af Folden og ved Vetterhusbotn er de ret hyppige; det samme er tilfældet i Nordli, Sørli besøgte jeg ikke. Ved Lyngenfjord paa sydsiden af Namsen fandtes de ikke og heller ikke i Flatanger.

Disse blokke er saa ensartede, at man maa antage, de har et fælles udspring. Enten maa de da stamme fra sandstensfeltet i det østlige Namdalen eller ogsaa være komne fra Sverige. Det, jeg har seet af sandstensformationen paa norsk side, viser en bergart af en ganske anden typus end den, der forekommer som vandreblokke; derimod optræder der i det nordlige Jemtland paa grænsen mod Lappmarken og Ånger-



manland en bergart, som efter beskrivelsen at dømme<sup>1)</sup> har stor lighed med den i de løse blokke fra Namdalen. At isens bevægelse i de dele af Sverige, som støder op til rigsgrænsen her, har gaaet mod vest, er jo ogsaa konstateret af de svenske geologer, for Jemtlands vedkommende særlig af Høgbom<sup>2)</sup>.

Gabbro og saussuritgabbro optræder som vandreblokke med omtrent samme udbredelse som sparagmiten paa vestsiden af Heimdalshougens gabbrofelt. Paa østsiden kunde derimod ikke blokke af denne bergart findes, hvilket viser, at bevægelsen her har gaaet vestover. Gabbroblokkene er, naar man kommer et stykke bort fra deres moderkløft, som regel afrundede. Dette tyder paa, at de er førte afsted under ismasserne.

I det østlige af Nordli forekommer langs Murusjøen blokke af en grovkornet granit, hvori særlig store røde feldspatkrystaller er fremtrædende. Dette er antagelig „ögongranit“ fra Jemtland.

I Namsos prestegjeld, i Vetterhusbotn og ved Salsvandet findes blokke af graa, graaliggrøn og sort sandsten. I feltet ved Sanddøla har jeg fundet sandsten af samme farve og beskaffenhed som bergarten i disse blokke i fast fjeld, følgelig maa man antage, at de stammer herfra.

I omegnen af Namsos optræder blokke af et rødbrunt konglomerat, der indeholder teglfarvede stykker af lersandsten og indimellem en sparagmitartet masse, hvori der forekommer op til 1 cm. store krystaller af en rødlig feldspat.

### Moræner.

Udprægede moræner findes ved Vetterhusbotn og ved Salsvandet.

Mellem Salsvandet, der løber parallelt med Foldenfjord langs dens sydside, og søen har man et eid 1 km. bredt. Dette er en endemoræne, der rager omtrent 30 m. op over havfladen. Store ofte kantede blokke ligger strøede ud over denne moræne. De største bestaar af granit og gneis; men grabbroblokke er

1) *F. Svanonius*. Om Sevegruppen i nordligaste Jemtland och Ångermanland etc. pg. 4.

Sveriges geol. undersökn. Ser. C. Nr. 45. Stockholm 1881.

2) *A. G. Høgbom*. Glaciala og petrografiska iakttagelser i Jemtlands län. Sveriges geol. undersökn. Ser. C. Nr. 70. Stockholm 1885.

heller ikke sjeldne. Afrundede blokke af den røde sandsten og en graaliggrøn forekommer ogsaa ret hyppig. Ved gaarden Reppen, omtrent midt paa morænen, hæver der sig 3 store hauge, der udelukkende bestaar af runde blokke af en mands løft og mindre. Disse hauge maa være berøvede sit finere grus, dengang havet gik over morænen, idet bølgeslaget har vasket det bort. Beviset, for at havet har dækket morænen, og at Salsvandet har været en fjordarm til Folden, har man i de skaller af saltvandsmuslinger (hyppigst *Cyprina islandica*), som findes paa morænen og i leret ved vandets bredder.

Ved gaarden Strømmen, mellem Salsvandet og Skrovstad-vandet, er der to endemoræner tæt ved hinanden. Den vestligste, der er den største, rager omtrent 15 m. op over vandets overflade. Granit optræder hyppigst i blokkene her, dog er heller ikke den røde sparagmitartede sandsten sjelden.

Ude i Vetterhusbotn, 9 km. fra bunden er der en endemoræne, som næsten afspærrer fjorden. Kun smale løb staa aabne langs begge land, og igjennem disse gaar der en strid strøm, fremkaldt af tidevandet. Morænen danner en langstrakt holme tversover fjorden; fast berg var intetsteds at se i den; alt, hvad der rager op over vandet, bestaar af opstablede blokke, de fleste store og hyppigst afrundede. Finere grus er her høist lidet af; det maa ogsaa her antages at være skyllet bort, da havet stod over morænen.

Rent paafaldende er den store mængde saussuritgabbro her; omtrent halvparten af blokkene bestaar af denne bergart, og disse er alle afrundede. De store kantede blokke bestaar hovedsagelig af en rød granit, som forekommer i fast fjeld omkring fjorden og herfra strækker sig østover til Høilandets dalføre.

Desuden forekommer der i morænen blokke af den røde sparagmit, af hvid granit og af sort og grønliggraa sandsten, som man ogsaa finder spredt omkring i Namsos prestegjeld.

Ved Vetterhus er der en moræne, som krummer sig langs fjorden med sin konvekse side ud mod søen. Den har en længde af omtrent 1 km. og hæver sig ca. 40 m. over havfladen. Paa dens indre side er der afsat lag af marint ler.

I NW. for Vemundvik kirke omtrent 800 m. er der ned mod søen en kort men temmelig høi morænevold, der løber fra NO. mod SW. og hovedsagelig bestaar af store afrundede

blokke. Omtrent 1 km. i SO for kirken har vi atter en moræne, som ligeledes løber fra NO mod SW tversover den indsænkning, der i sydøstlig retning gaar fra Vemundvik kirke til Skage i Overhalden.

Ved opland i Flatanger er der tversover dalen foran gaardene en temmelig høi moræne (ca. 80 m. o. h.), der indeholder overveiende fint grus og paa enkelte steder viser lagning, saa man maa antage, den er lagt i vand. Rimeligvis har havet dengang staaet saa høit, at bræen har naaet ud i det med sin ende og her udfældt sin moræne. Lidt længere mod øst har man foran det lille Harrasvand en fremtrædende moræne, som væsentlig bestaar af grovt grus og store runde blokke.

Endelig har vi i fjorden NO for Foslandsosen en liden, men forholdsvis høi ø (ca. 35 m.), Løvøen kaldet, der, saavidt man kan se, udelukkende bestaar af grovt grus og runde blokke.

### Marine dannelser.

Opefter langs Namsenelv og over Høilandet til bunden af Foldenfjord har man udstrakte lag af marint ler. Ved Mediaa i Grong paa østsiden af Namsenelv gaar disse lerlag op til 175 m. o. h., ved Folmer, omtrent 12 km. ovenfor Harrans kirke, til 120 m. o. h., ved Solemsmoen lidt længere nede paa østsiden af elven til 150 m. o. h. og ved Rosendal paa Høilandet til 130 m. o. h. I disse lerlag samlede jeg en del muslingskaller og sneglehuse. *Professor G. O. Sars* viste mig den velvillie at bestemme disse molluskskaller, og herfor vil jeg frembringe min tak.

Nedenfor anføres de vigtigste findesteder med de fundne arter.

Rosendal, Høilandet (105 m. o. h.).

*Pecten islandicus* Müll.

*Cyprina islandica* L.

Begge arter optraadte her i betydelig mængde. Skallerne af *pecten islandicus* fandles ofte hele og parvis i den stilling til hinanden, som de indtog, mens dyret levede. Dette viser, at lerlagene, siden muslingerne levede der, har lagt i ro og ikke været udsat for nogen forstyrrende indflydelse.

Flaat, Høilandet (82 m. o. h.)

*Natica clausa* Brod.

*Neptunea despecta* L.

*Aporrhais pes pelicani* L.

*Polytropha lapillus* L.

*Littorina littorea* L.

*Cyprina islandica* L.

*Mya truncata* L.

” ” var. *udewallensis* Forb.

*Panopea norvegica* Spengl.

*Macoma calcaria* Chem.

*Nicania Banksii* Leech.

*Mytilus edulis* L.

De arter, som forekom i størst mængde her, var *mytilus edulis*, *littorina littorea* og *macoma calcaria*. Skallerne af den sidste art fandtes almindelig hele og parsvis.

Mørkved, Høilandet (30 m. o. h.).

*Cyprina islandica* L.

*Pecten islandicus* Müll.

*Littorina littorea* L.

I det gruslag, som her ligger ovenpaa leret, findes skaller af *unio margaritifera*. Denne art lever i betydelig mængde i elven tæt ved.

Galgøften, Høilandet (35 m. o. h.).

*Littorina littorea* L.

*Neptunea despecta* L.

*Buccinum undatum* L.

*Aporrhais pes pelicani* L.

*Pecten islandicus* Müll.

*Cyprina islandica* L.

*Pecten septemradiatus* Müll.

*Mya truncata* L.

” ” var. *udewallensis* Forb.

*Panopea norvegica* Spengl.

*Astarte compressa* L.

*Cardium echinatum* L.

De arter, der optraadte i størst antal her var *astarte compressa*, *mya truncata*, *pecten islandicus*, *littorina littorea* og *cyprina islandica*.



Seem i Grong (40 m. o. h.).

*Anomia ephippium* L.

*Mytilus edulis* L.

*Portlandia lenticula* Müll.

*Saxicava pholadis* L.

*Balanus balanoides* L.

Her forekom *anomia ephippium* og *balanus balanoides* i størst antal. Findestedet er den høie lermæl langs sydsiden af Nam-senelv mellem gaardene Seem og Jørem.

Engan i Namsos prestegjeld (68 m. o. h.).

*Mya truncata* L.

” ” var. *udewallensis* Forb.

*Panopea norvegica* Spengl.

*Pecten islandicus* Müll.

*Nicania Banksii* Leech.

*Macoma calcaria* Chem.

*Leda pernula* Müll.

*Astarte compressa* L.

*Cardium fasciatum* Mont.

I størst antal optraadte *mya truncata* og *astarte compressa*; men *pecten islandicus* og *macoma calcaria* var heller ikke sjeldne.

Havik i Namsos prestegjeld (70 m. o. h.).

*Littorina littorea* L.

*Neptunea despecta* L.

*Polytropa lapillus* L.

*Aporrhais pes pelicani* L.

*Turritella terebra* L.

*Natica clausa* Brod.

*Mya truncata* L.

*Cyprina islandica* L.

*Panopea norvegica* Spengl.

*Macoma calcaria* Chem.

*Cardium echinatum* L.

Her var *mya truncata*, *cyprina islandica*, *littorina littorea* og *cardium echinatum* de arter, der forekom i noget større antal.

Alhus i Namsos prestegjele (65 m. o. h.).

*Pecten islandicus* Müll.

Paa Morænen foran Salsvandet (30 m. o. h.).

*Littorina littorea* L.

*Cyprina islandica* L.

*Cardium echinatum* L.

Angaaende det vidnesbyrd disse molluskskaller giver om naturforholdene i det hav, hvori de levede, siger professor Sars: „de tyder idethele paa et koldt, om ikke just fuldkommen glacialt klima, og mesteparten af dem er littorale eller sublittorale former. Som ægte arktiske former kan nævnes: *pecten islandicus*, *portlandia lenticula*, *astarte compressa*, *mya truncata* var. *udewallensis*, *natica clausa*, *macoma calcaria* og *nephtunea despecta*. Mere sydlige former er *turritella terebra* og *aporrhais pes pelicani*; men begge gaar for tiden ialfald nordlig til Lofoten“.

Molluskskallerne optræder, saavidt mine iagttagelser strækker sig, kun i lerlag, i grus eller sand har jeg derimod ikke kunnet finde dem.

Ved Engan ligger der et ca. 5 m. mægtigt lag af blaaler uden muslingskaller ovenpaa det skjælførende lag. Ved Havik er ligeledes det øverste lag uden muslingskaller, og det samme synes at være tilfældet overalt i Namsos præstegjeld, hvor ikke det øverste lerlag er skaaret bort af rindende vand. Hvorledes forholdet var paa Høilandet, kunde jeg ikke faa rede paa, da jeg ikke stødte paa skjæringer i leret, hvoraf lagningen kunde udfindes. I de lerlag, som forekommer i Namsens dalfore ovenfor Grongs kirke, kunde der ikke findes muslingskaller; men leret er uden sten og idethele af en saadan beskaffenhed, at det maa være udfældt i vand. Efter sit udseende maa det sideordnes med blaaleret, som i Namsos prestegjeld ligger ovenpaa muslingleret.

Ved gaarden Jørem, tæt ved et af mine findesteder for muslingskaller, kommer der en saltholdig kilde frem af jorden. Vandet fra denne kilde smagte salt og gav ved tilsætning af sølvnitrat et rigeligt bundfald af klorsolv. Leret maa altsaa indeholde klornatrium. Herpaa tyder ogsaa den omstændighed, at kreaturerne, som man fortalte, yndede at slikke paa leret i elvemælen.

---

Under leret har man morænegrus. Overalt langs dalsiderne optræder dette nærmest det faste fjeld, og hvor en bergknaus stikker frem af lerlagene i dalbunden, der kan man være sikker paa at træffe vandreblokke og morænegrus. Heraf ser man, at brægruset er ældre end leret. Der saaes imidlertid flere steder store vandreblokke og rullestene ovenpaa fluvial-gruset, der dækker leret.

Tæt ved Namsos paa det flade eid mellem Laviken og Guldholmstrand ligger en stor granitblok omtrent midt paa eidet ovenpaa det marine ler. Ovenfor Fosland i Grong saaes paa vestsiden af Namsen vandreblokke og rullestensgrus ovenpaa den fine sand, der her dækker leret. Af andre steder, hvor store runde blokke saaes at ligge ovenpaa marint ler, kan nævnes Havik og Alhus i Namsos prestegjeld, Høi i Overhalden og Romstad paa Høilandet.

Disse blokke ligger slig, at de ikke kan tænkes at være ramlede ned fra høiere liggende steder. Isbræer kan heller ikke have ført dem til de pladse, de nu indtager; thi hvor liden erosionsevne man end tillægger isen, er det dog utænkeligt, at de løse lag af marint ler skulde blive liggende uforstyrrede, efterat isbræer havde pløiet frem over dem. Men at lerlagene ikke kan have været udsat for nogen omvæltning, beviser den omstændighed, at muslingskallerne i dem findes hele og parvis sammen.

Hvorledes skal saa disse blokke være spredte omkring? Den antagelse, der ligger nærmest, maa være, at de er førte om af drivis eller isbjerge under den høie havstand, da det marine ler udfældtes; thi af de arter af molluskskaller, der findes i lerlagene, kan man, som vi har seet, slutte, at det hav, hvori de levede, var koldt, saa det er høist sandsynligt, at isbræer dengang gik ud i fjordene og herfra udsendte isbjerge med grus og blokke. Selv nu, da landet rager mere op af havet, vilde ikke middeltemperaturen synke mange grader, før Svartisen, Jostedalsbræen og Folgefonden sendte isbræer ud i de nærmeste fjorde.

---

Opigjennem Overhalden og Grong har man paa begge sider af Namsenelven terrasser. I Grong, hvor disse dannelser er bedst udviklede, sees der paa flere steder tre terrassetrin

hævende sig over hinanden. Disse terrasser maa antages fremstaaede ved, at elven har skaaret bort af de løse jordlag, særlig af det marine ler. Efterat leret delvis er ført bort, har den saa lagt grus igjen, ofte ovenpaa resterne af lerlagene. At elven endnu den dag idag fortsætter med sin terrassedannelse, kan man se eksempler paa baade i Grong og i Overhalden. Lermålerne ved Seem og Valdskraa, hvor elven nu skjærer stærkt, har en høide af omkring 20 m. Ved gaardene Dal og Berge tog den for nogle aar siden ud et større jordstykke, og de lermasser som ved den leilighed gled ud, var saa betydelige, at de holdt paa at dæmme op elven og saaledes foraarsage en ren oversvømmelse.

Nede ved Ranem begyndte elven for en tid siden at skjære saa stærkt i sandlagene paa nordsiden, at man frygtede for, at kirken, en flere hundrede aar gammel stenkirke, skulde gaa ud. For at beskytte den har man maattet bygge en stensætning langs elvens nordlige bred.

Dette viser, at elven danner terrasser her i nutiden; og man maa antage, at den har virket paa samme maade i tidligere tider, da den jo flød igjennem dalen da som nu. Forholdene maa endog i svundne tider have været gunstigere for terrassedannelsen, thi i tidens løb graver elven sig stadig dybere og dybere ned, og følgelig blir det mere og mere vanskeligt for den at skjære til siderne og saaledes danne terrasser.

Ved Ranem er sandmålen mod elven omkring 30 m. høi, og under disse sandlag stikker det marine ler frem lige nede ved elven. Øverst har man et lag fin sand 1 à 2 m. tykt, under dette et lag grovere grus af ca. 2 m. mægtighed, og saa kommer mægtige lag af særdeles fin sand. Disse sidste viser undertiden krusning som efter bølgeslag; stundom er lagene krummede og af vekslende tykkelse. Muslingskaller kunde ikke findes i sandet, medens de er ret hyppige i det underliggende ler.

*Fluviale sandlag*, der er afleirede ovenpaa det marine ler, har en betydelig udbredelse, særlig langs Namsenelven.

Sandfladerne ved Skage kirke strækker sig opover forbi Mælen i en længde af omkring 6 km. langs nordsiden af elven. De mægtigste sandafleiringer har vi imidlertid fra Ranems kirke opover forbi Bjøras udløb i Namsen. Herfra fortsætter disse sandlag langs begge sider af Bjøra op til Eidsvandet,



saa de strækker sig i længden ca. 9 km. Ved Ranem gaar, som ovenfor anført, sandlagenes mægtighed op til 30 m.

Paa fladerne ved Grongs kirke har man atter fluvialgrus i betydelig udstrækning ovenpaa lerlagene, hvorimod leret gaar frem i dagen ved den nedre del af Sanddøla, særlig paa nord-siden af elven.

Ved Folmer i Harran optræder fluvialgruset med adskillig mægtighed, og naar man fortsætter herfra opover langs Namsen, forsvinder det marine ler lidt efter lidt under sand- og grus-afleiringerne.

Ved bunden af Vetterhusbotn og ved den østre ende af Salsvandet har man ret betydelige gruslag, som de forholdsvis smaa elve har lagt ovenpaa leret. Ved Duna i Vetterhusbotn er der lige ved husene to særdeles smukke terrassetrin. Det nederste hæver sig 20 m. op over den sandflade, hvorpaa husene ligger (15 m. o. h.), og det andet trin rager omtrent 15 m. op over det første; følgelig har det nederste trin en høide over havfladen af 35 m. og det andet 50 m. Denne terrasse bestaar udelukkende af grus, og den synes at være resterne af det delta, elven har bygget op under en høiere havstand. Senere, da havet sank, har elven skaaret bort det meste af dette delta igjen.

Ovenfor Duna i det nederste af Almedalen, en spalte mellem fjeldene, der fører i østlig Retning over til Høilandet, har man moræneartede terrassedannelser, hvis øvre rand ligger fra 60 til 90 m. o. h. De snor sig langs nordsiden af elven med en høide af 30 til 40 m. og har oftest formen af en egg, hvis sider danner heldningsvinkler med horizontalplanet paa 30° og derover. De bestaar, saavidt man kan se af deres ydre, hovedsagelig af fin sand og sandblandet ler, men et stykke nede paa de skraanende sider stikker store blokke, dels kantede og dels runde frem, der særlig er talrige nede ved foden. Heraf maa man slutte, at der inde i terrassernes nedre del ialfald forekommer flytblokke.

Det er sandsynligt, at der i denne trange dal har ophobet sig en mængde morænegrus under istiden. Det finere af dette har da elven i den postglaciale tid ført med sig længere og længere nedover dalen, eftersom havets niveau sank. Elven paa den ene side og de bække, der kommer nedover fjeldvæggen

i nord, paa den anden har bidraget til at give terrasserne sin eiendommelige form.

### Dybdeforholdene i Salsvandet og Vetterhusbotn.

Parallelt med Foldenfjord løber langs dens sydside det 29 km. lange Salsvand. Dets overflade ligger ifølge rektangelkortet 13 m. høiere end havfladen, altsaa kan der ikke være gaaet lang tid, geologisk talt, siden det var en arm af Folden.

Da befolkningen fortalte, at det skulde være saa dybt, at man ikke kunde finde bund der, foretog jeg lodning langs midten af vandet, idethele 20 lodskud. Det viste sig herved, at Salsvandet er en af vore dybere indsøer. For lettere oversigt skyld er der paa vedføjede skisse III tegnet et længdeprofil af vandets dybde. Den tiltager temmelig raskt, til den lidt over 6 km. fra den vestlige ende bliver 445 m., den største fundne dybde. Herfra aftager den østover først raskt saa langsommere, indtil vandet ved Strømmen indsnevres til en kort strøm, der skiller den vestlige del fra det grunde og smale østlige parti, som kaldes Skrøvestadvand. Dybden i dette varierer mellem 24 og 40 m. I den arm, der gaar mod syd til Henne, var det dybeste lodskud 97 m.

I Vetterhusbotn skraaner bunden inderst inde temmelig stærkt, til dybden blir 117 m. (løs lerbund), derpaa aftager den til 100 m. for saa igjen udenfor at vokse ganske jevnt, indtil man midt ude i fjorden lidt indenfor Bergem finder den største dybde, 265 m. Herfra skraaner bunden raskt opad mod den moræne, der afspærrer fjorden. Udenfor omtrent midt i Blikengfjorden ligger der nogle holmer, og imellem disse er der saa grundt, at der skal blive tørt ved storfjære. Holmerne bestaar af fast berg, medens bunden imellem dem, saa vidt man kan se, bestaar af sand og store stene, saa det ikke er usandsynligt, at man her igjen har en moræne.

### Isens bevægelsesretning og mægtighed.

De skuringsstriber, der er iagttagne paa høie og fritliggende steder, peger mellem W 50°—S og W 40° N, hvorimod de, der forekommer i dalen eller paa de lavere steder i regelen retter sig efter de lokale terrænforholde, og saaledes i dalene paa det nærmeste følger disses retning.

Paa vestsiden af Heimdalshougens gabbrofelt optræder vandreblokke af denne bergart spredte om helt ud til havet, derimod kunde der ikke findes gabbroblokke østenfor dette felt. Heraf kan vi straks slutte, at bevægelsen har gaaet vestover ialfald fra østkanten af gabbrofeltet.

Men blokkene af den røde sparagmitartede sandsten, som maa stamme fra Sverige, viser, at isens bevægelse har været vestlig helt fra et stykke inde i Sverige, og dette bekræftes jo ogsaa af de svenske geologer for trakterne paa østsiden af rigsgrænsen. Sparagmitblokkene er altid afrundede og i regelen smaa, hvilket viser, at de er komne langveis fra. I Lierne synes de at tiltage i hyppighed og er her gjennemgaaende større end længere mod vest. Heraf maa vi uddrage den slutning, at vi i Lierne er nærmere deres udspring end vestenfor. Blokkenes ensartethed taler, som allerede foran fremhævet, for, at de maa have et fælles udspring.

Vi kommer altsaa til det resultat, *at isens bevægelse overalt i Namdalen har gaaet i vestlig retning under landets nedisning.*

Kystlinien i Namdalen gaar paa det nærmeste mod N 30°—O. Perpendikulæren paa denne retning peger mod W 30°—N. Soges middaltallet af retningen for de skuringsstriber, der er observerede paa fritliggende steder vestenfor Namsens dalføre findes dette at være W 22,7°—N, eller med andre ord isens bevægelse har gaaet omtrentlig lodret paa kystlinien. Den gjennemsnitlige retning af de skuringsstriber, der er observerede paa fritliggende steder mellem Namsens dalføre og rigsgrænsen, er W 3° S. Bevægelsen har altsaa paa denne strækning gaaet omtrent mod vest, men eftersom det nærmede sig til kysten, har den mere og mere bøiet af, indtil den tilsidst blev saa noget nær lodret paa kystlinien.

Gabbro- og sandstensblokke er førte tversover Namsens og Høilandets dalfører til Vetterhusbotn og Salsvandet, og da disse blokke er skurede og afrundede, kan vi deraf slutte, at de er transporterede frem under ismasserne; følgelig har isen i sin helhed bevæget sig vestover uden at følge dalene, men meget mere gaaet tversover de mest fremtrædende i vort distrikt. Naar er da de skuringsstriber fremstaaede, som vi finder i dalførerne følgende dissens retning? De maa være indridsede under det sidste afsnit af istiden, da isens mægtighed var aftaget saameget, at trykket *a tergo* ikke var stort nok til at



drive ismasserne opad bakke. Bevægelsen maatte under disse omstændigheder bøie af og følge dalførerne.

Vi har set, at isen har skuret henover de høieste fjelde i Namdalen som Heimdalshougen, og da nu fjeldtoppene viser sig stærkt skurede og besaaede med store vandreblokke, maa ismasserne have raget betydelig op over dem. Men under saadaane forholde maa man antage, at isens overflade var jevn, uafhængig af fjeldgrundens ujevnheder, og med heldning ud mod havet. Med dette for øie kan vi af vore iagttagelser udlede en minimumsværdi for isdækkets mægtighed under den almindelige nedisning.

Bunden af Namsenelvsnens dalføre stiger fra 73 m. ved Fiskem til 107 m. ved Fjerdings, eller gjennemsnitshoiden af dalbunden paa vestsiden af Heimdalshougen er 90 m., medens toppen af dette fjeld naar op til 1160 m. Selv om vi antager et 100 m. mægtigt gruslag i dalbunden blir endda isdækkets mindste mægtighed 970 m. I det østlige af Nordli har vi Murusjø, hvis overflade ligger 303 m. o. h., og i øst-nordøstlig retning for Heimdalshougen den store Tunnsjø (355 m. o. h.). Isdækkets overflade maa længere øst have lagt ialfald ligesaa høit som ved Heimdalshougen om ikke høiere, thi isen havde sin største høide ved bræskillet. Dybden af disse sjøer kjendes ikke, saa vi blir nødt til at gjøre et omtrentlig anslag over den. For ikke at resikere at anslaa den for høit kan vi sætte Tunnsjøens dybde til 100 m. og Murusjøens til 50, thi da er vi sikker paa, at dybden ikke kan være mindre i nogen af dem. Minimum af mægtighed hos isen her blir da 905 m.

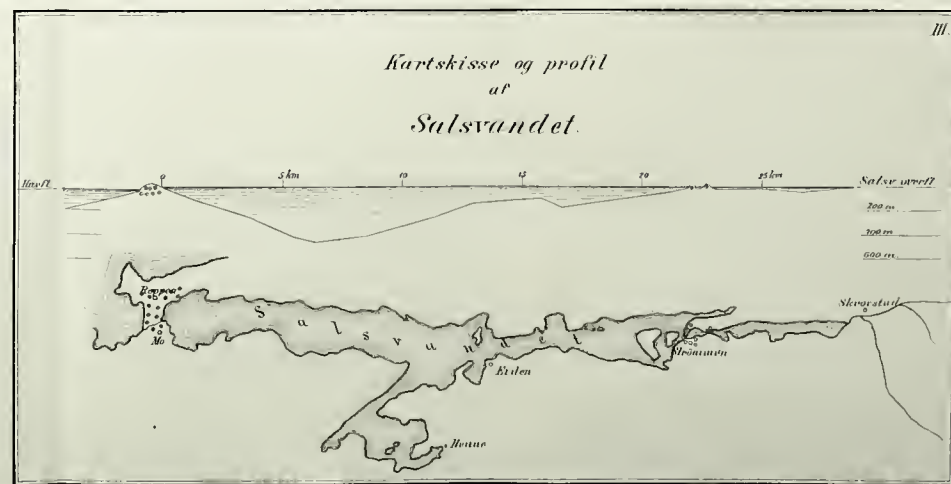
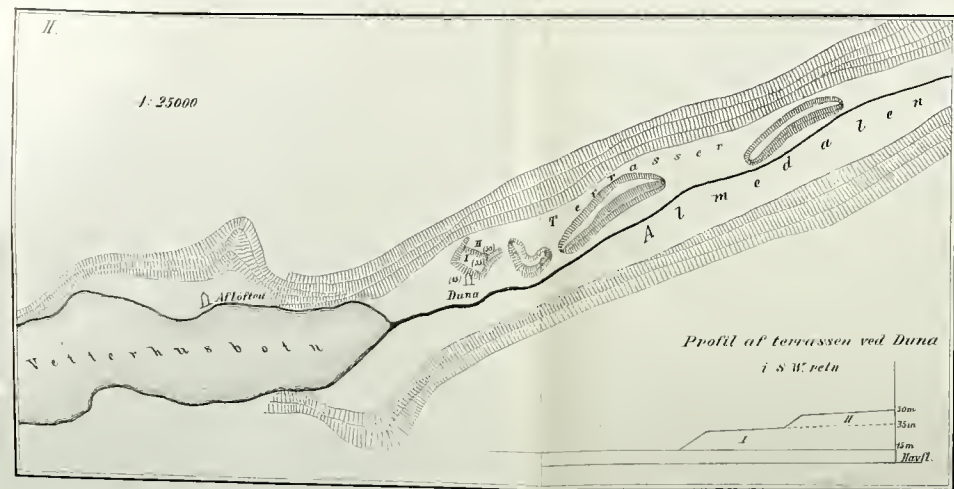
Lad os nu se, hvorledes det forholder sig med ismassernes mægtighed længere mod vest. Omkring Salsvandet stiger de isskurede fjelde op til 500 à 600 m. o. h., og dybden i dette vand naar 445 m., følgelig blir minimumsmægtigheden 1032 m. Ved Vetterhusbotn gaar de høieste fjelde op til 648 m., og fjordens største dybde er 265 m., hvorefter udledes en mindste mægtighed af 913 m. Ved Namsenfjorden naar de isskurede fjelde op til 675 m. o. h., og af fiskere har jeg faaet opgivet, at fjorden kort udenfor Namsos skal have en dybde af 300 m. Efter dette har isens mægtighed her mindst gaaet op til 975 m.

Disse betragtninger viser os, *at isdækket paa de steder, hvor der var indsænkninger i fjeldgrunden, idetmindste maa have*













*havt en mægtighed af omkring 1000 m. under den egentlige glacialtid.*

Det er imidlertid ganske overraskende, at mægtigheden skulde have været saa betydelig saa langt ud mod havet som ved Namsenfjorden. Ismasserne maa under saadanne forhold have skudt sig langt ud i havet, og landet maa have været betydelig mere nediset end Nord-Grønland i vore dage. Man skulde derfor være tilbøielig til at søge efter andre aarsager, der kunde have frembragt de samme virkninger.

Hypotesen om Skandinaviens nedsenkning under istiden er nylig atter fremsat<sup>1)</sup>, og herunder paavistes, at skuringsstriberne skulde være frembragte af drivis, der ogsaa har ført grus og blokke omkring.

Hvis alle skuringsstriber i vort distrikt skulde skyldes drivis og de store blokke paa toppen af Heimdalshougen f. eks. være førte frem paa samme maade, maa landet idetmindste have været nedsænket 1200 m. over det nuværende havniveau. Men da vilde der ikke være meget af Skandinavien, som ragede op af havet, og hvorledes skulde sandstens- og gabbroblokkene være komne op paa denne top. Her strækker ikke hypotesen med drivis til, det maa være landis, der har ført blokkene opad bakke; thi alt taler for, at de er komne østfra fra lavere liggende steder. Drivisens evne til at skure paa fjeldgrunden kan kun være ubetydelig. Det er nemlig ikke isen selv, der skurer paa fjeldet, men de stene og det grus, som føres med paa dens underside, virker som skuringsmiddel. Med andre ord det er sten, der skurer mod sten og fremkalder alle de striber og ridser, som vi finder paa stenene i bundmorænen. Samtidig skurer den hele masse henover den underliggende fjeldgrund, og det desto stærkere jo mægtigere den bræ er, der fører gruset med sig, thi trykket har en afgjørende indflydelse paa skuringsevnen.

Drivisens skuring vil være ubetydelig, baade fordi den ikke kan udøve noget synderligt tryk paa sit underlag, og fordi der vil mangle det fornødne grus mellem isen og berggrunden under. Selv isbjerge af betydelige dimensioner vil kun udøve et ringe tryk sammenlignet med bræernes; men

---

<sup>1)</sup> C. A. Lindvall paa det sidste møde af *The British Association for the Advancement of Science* i Nottingham (Nature XLVIII pg. 533).

forresten vilde der under en saa stærk nedsænkning ikke i rimelig afstand være nogen landmasse af saa stor udstrækning, at den kunde udsende isbjerge.

Skuringsstribernes retning strider ogsaa imod, at de skulde være frembragte af drivis, saa denne hypotese maa siges ude af stand til at forklare de glaciale fænomener, der er iagttagne hos os.

Men er det nu sikkert, at isen har fyldt de betydelige dybder i Salsvandet og i fjordene? At saa har været tilfældet i Salsvandet og i Vetterhusbotn, afgiver de moræner, vi har omtalt paa disse steder, et sikkert bevis for.

De runde og skurede blokke, som udgjør en saa væsentlig del af disse moræner, viser, at gruset og stenene er førte frem under issen, og følgelig maa bræerne have skudt sig frem paa bunden. Forøvrigt kan vi af isdækkets mægtighed slutte, at selv betydelig større dybder vilde fyldes. Egenvægten hos almindelig bræis er  $0,888^1)$ , og naar et isbjerg af saadan is flyder i havvand, hvis temp. er  $\div 1,3$  C. og saltgehalten  $3,32$  ‰, vil volumet af den del, der rager op af vandet, forholde sig til volumet af den neddykkede del som  $1 : 7,41$ , eller om vi afrunder forholdet, kan vi sige, at hos et i havvand flydende isbjerg rager  $\frac{1}{8}$  del af volumet op over vandet, medens  $\frac{7}{8}$  del er nedsænket. Altsaa vil et lag af bræis, der har en mægtighed af 800 m., flyde saaledes, at ca. 700 m. er nedsænket, medens 100 m. rager op, forudsat massen har ens tæthed.

Med den mægtighed, vi har fundet hos isdækket, vilde følgelig trykket blive stort nok og mere end det til at bevirke, at isen fulgte bunden, selv om vi tænker os, at i vore smale fjorde endel af istrykket bares af landet langs siderne. Dette sidste vilde imidlertid være rent forsvindende, da bræerne under sin bevægelse viser, at isen besidder en udpræget plasticitet.

<sup>1)</sup> Heim, Gletscherkunde pg. 278.

---

## Kobberets historie i fortid og nutid og om udsigterne for fremtiden.

Af

J. H. L. Vogt.

---

Paa grund af den ganske fremskudte stilling, som bergverksdriften paa kobber gjennem lange tider har indtaget og fremdeles indtager i vort land, kan det være af interesse at foretage en undersøgelse af konkurrencebetingelserne mellem de norske kobberverk og de store udenlandske verk, som nu aldeles dominerer konjunkturerne for kobber; i forbindelse hermed vil vi ogsaa omhandle kobberets betydning inden nutidens tekniske liv. Ved en saadan udredning vil man, paa grundlag af kjendskabet til fortid og nutid, ogsaa opnaa at kunne kaste et blik ind i fremtiden. Det skal villig indrømmes, at det i sin almindelighed er umuligt med detailleret sikkerhed at stille horoskop for fremtiden, men vi skal dog i det følgende kunne godtgjøre, at i alle fald om enkelte spørgsmaal, navnlig vedrørende forbruget af kobber, er det berettiget at drage nogenlunde træffende slutninger angaaende fremtidsudsigterne.

Allerede i lang tid har jeg syslet med at samle material til en historisk-statistisk studie over kobber; den ydre foranledning til, at arbeidet nu fremlægges for offentligheden, er nærmest at søge i, at vore kobberverk — og da navnlig landets ældste kobberverk, Røros — paa grund af de nuværende lave konjunkturer har at kjæmpe med store vanskeligheder af forskjellig art. Efter mit kjendskab til sagen har man i den senere tid hos os gjerne været tilbøielig til at anskue hele vor bergverksdrift paa kobber fra altfor pessimi-

stisk standpunkt; da denne efter min mening ikke berettigede betragtningsmaade kan være en hindring for udviklingen af en af vort lands ganske vigtige næringsveie, har jeg ikke villet undlade at fremlægge et ganske omfattende material for at godtgjøre, at der i alle fald er en overveiende sandsynlighed for, at vore større og rigere kobbermalmforekomster i fremtiden, ligesom ogsaa i fortiden, vil kunne bestaa i konkurrancen med udlandets store forekomster.

De kilder, som er benyttede ved udarbeidelsen af de forskjellige statistiske afsnit, er navnlig følgende:

„The Mineral Industry, its statistics, technology and trade.“ B. 1, 1893, og B. 2, 1894; udgivet af redaktionen for det amerikanske tidsskrift „The Eng. and Min. Journal.“

„Mineral Resources of the United States“, for 1882 til 1893, begge aar inklusive; udgivet af de Forenede Staters geologiske undersøgelse.

„Statistische Zusammenstellungen über Blei, Kupfer, Zink und Zinn“, for 1890—92 og for 1889—93, udgivne af „Metallgesellschaft Frankfurt am Main.“

Det bekendte Londoner-firma *H. R. Merton & Co.*'s statistiske aarsoversigter for kobber.

Talrige spredte oplysninger navnlig i det fortrinlige New-Yorker tidsskrift „The Engineering and Mining Journal“; videre i det preussiske „Berg-und hüttenmännische Zeitung“, det „Oesterreichische Zeits. für Berg-und Hüttenwesen“, det tyske „Zeitschrift für praktische Geologie“, samt forskellige andre tidsskrifter; *Ad. Soetbeers* „Materialien zur Erläuterung und Beurtheilung der wirthschaftlichen Edelmetallverhältnisse“ (1886); *E. Fuchs og L. de Launays* „Gites minéraux et métallifères“, (2 bind, 1893) med tilhørende „Statistique de la production des gites metallifères“, af *L. de Launay*; videre talrige udstillingsbrochurer, som jeg leilighedsvis har samlet ved verdensudstillingen i Antwerpen (1885), Liverpool (1886), „Indian and Colonial Exhibition“ i London (1886), Paris (1889) og „Mining and Metallurgical Exhibition“ i London (1890).

Blandt mindre specialarbeider, som jeg har havt ganske god nytte af, kan nævnes to smaa brochurer af den tyske bergingeniør *C. A. Hering*, „Die Kupfererzeugung der Erde und ihre Quellen“, i „Zeits. des Vereins deutsch Ing.“ B. 37, 1892, og „Ueber die Zukunft des Kupfers und die Kupferwerke der Vereinigten Staaten“, i „Oester. Zeits. f. Berg-u. Hüttenw.“, december 1894.

Selv har jeg tidligere leveret to mindre arbeider omhandlende kobberstatistik, nemlig „Om verdens kobberproduktion og konjunkturerne for kobber“, i Norsk teknisk tidsskrift, 1887; og „Om verdens guld-, sølv-, og kobberproduktion“, i Letterstedt'ske tidsskrift, 1889.

De mange driftsdetailler angaaende vort eget lands kobberverk skriver sig hovedsagelig fra oplysninger, som er mig tilstillede fra de forskellige større verk, Røros, Sulitelma og



Aamdal. For den velvillige imødekommenhed, som de forskjellige verksbestyrelser og funktionærer herved har vist mig, aflægger jeg min forbindtligste tak; og navnlig vil jeg henvende denne tak til overdirektionen for Røros kobberverk samt d'hr. hytteskriver *Hauan* og grubebestyrer *Knudsen* ved Røros og *J. Midelfart*, forstander for de Angell'ske stiftelser i Trondhjem, for alle de omfattende og interessante statistiske oplysninger om Røros kobberverk, der er blevne udarbeidede til offentliggjørelse i dette arbeide. — Ligeledes vil jeg benytte anledningen til ogsaa at takke alle øvrige, som paa en eller anden maade har bistaaet mig ved mit arbeide; specielt arkivar *Koren* i Trondhjem; flere elektroteknikere, som har hjulpet mig med værdifulde oplysninger til afsnittet „Kobberets anvendelse i elektricitetens tjeneste,“ og min amanuensis, cand. min. *J. Th. Dahl*, som har hjulpet mig med flere af de statistiske tabeller og grafiske oversigter.

Paa det tidspunkt, da begyndelsen af dette arbeide lægges under pressen (marts 1895), foreligger endnu ikke nogen fuldstændig kobberstatistik for 1894; en saadan, navnlig *Mertons* tabel, vil derimod forhaabentlig være tilgængelig, før de sidste afsnit af arbeidet trykkes. I den første del af brochüren vil saaledes 1893 være det sidste aar, for hvilket vi har detailleret statistik, medens vi i den senere del sandsynligvis ogsaa kan indflette nogle bemærkninger vedrørende 1894.<sup>1)</sup>

---

### Verdens samlede kobberproduktion i de sidst forløbne 50 aar.

For hvert enkelt af de sidste 15 aar, 1879—1893, har det store engelske metalfirma *Henry R. Merton & Co.* i London publiceret meget detailleret statistik over de enkelte landes kobberproduktion, hvilken oversigt vi her gjengiver *in extenso*,

---

<sup>1)</sup> Senere tilføielse: Allerede under korrekturlæsningen er *Mertons* kobberstatistik for 1894 indløbet; vi kan saaledes allerede i arbeidets første ark give nogle statistiske oplysninger for dette aar.

## Oversigt over verdens

(I eng. tons, af

Sammenstillet af Henry R.

	1894	1893	1892	1891	1890	1889	1888
Algier .....	—	—	—	120	120	160	50
Argentina.....	230	160	200	210	150	190	150
Australien .....	9.000	7.500	6.500	7.500	7.500	8.300	7.450
Østerrige .....	1.810	1.215	1.100	965	1.210	1.225	1.010
Bolivia — Coro/coro	2.300	2.500	2.860	2.150	1.900	* 1.200	1.450
Canada .....	* 5.000	* 5.000	* 3.500	3.500	3.050	2.500	* 2.250
Chili .....	21.340	21.350	22.565	19.875	26.120	24.250	31.240
Capkolonien							
Cape Co. ...	5.000	5.200	5.500	5.000	5.000	5.600	5.800
Namaqua...	1.500	890	450	900	1.450	* 2.100	1.700
England .....	* 400	425	495	720	935	905	1.456
Tyskland—Mansfeld	14.990	14.150	15.360	14.250	15.800	15.506	13.380
Øvrige Tyskland	2.210	2.000	1.935	1.900	1.825	* 1.850	* 1.850
Ungarn .....	310	210	285	285	300	300	858
Italien .....	* 2.500	2.500	2.500	2.200	2.200	* 3.500	3.500
Japan .....	20.050	18.000	18.000	17.000	15.000	15.000	11.600
Mexico—Boleo .....	10.370	7.980	6.415	4.175	3.450	3.280	2.566
Øvrige Mexico	1.400	500	900	1.025	875	500	200
Ny-Foundland—							
Betts Cove ...	100	240	450	540	735	1.115	1.300
Tilt Cove ....	1.800	1.800	1.940	1.500	1.000	1.500	750
Norge—Vigsnaes ...	985	1.070	785	615	925	1.007	1.020
Øvrige Norge <sup>1)</sup>	* 800	790	625	632	465	435	300
Peru.....	440	460	290	280	150	275	250
Rusland .....	5.000	5.000	4.900	4.800	4.800	4.070	4.700
Sverige .....	* 500	535	735	655	830	830	1.036
Spanien og Portugal							
Rio Tinto ....	33.000	31.100	31.500	32.000	30.000	29.500	28.500
Tharsis .....	11.000	11.000	* 11.500	* 10.500	* 10.300	* 11.000	* 11.000
Mason & Barry	* 4.200	* 4.400	* 4.400	* 4.150	* 5.600	* 5.250	* 7.000
Sevilla... ..	1.170	1.270	1.070	875	810	1.350	1.700
Portugal.....	205	625	1.192	890	565	670	1.250
Øvrige gruber .	* 4.600	* 5.600	* 6.800	* 5.500	* 4.425	* 6.500	* 7.000
Forenede Stater							
Calumet & H.	27.675	27.675	32.250	29.000	26.250	21.700	22.450
Øvrige Lake ..	23.450	22.835	22.210	22.505	18.200	17.069	16.200
Anaconda.....	42.410	33.600	45.000	20.750	28.600	27.500	28.225
Øvrige Mont. .	37.320	35.700	27.000	29.786	20.960	19.018	15.478
Arizona.....	19.690	19.600	17.160	17.723	15.945	14.419	14.062
Øvrige Stater.	9.150	7.800	9.000	8.415	6.370	6.068	5.295
Venezuela—							
Quebrada .....	2.500	2.850	3.100	6.500	5.640	5.563	4.000
	324.405	303.530	310.472	279.391	269.455	261.205	258.026

1) Gjengiver kun metallisk kobber, fremstillet ved norske kobberverk; ikke

Tal mærket med stjerne,

Middelpris af G. M. B. i } £ 40 2/6   £ 43 6/9   £ 45 9/6   £ 51 3/   £ 54 1/   £ 49 10/6   £ 76  
d. første i hver maaned }

## samlede kobberproduktion.

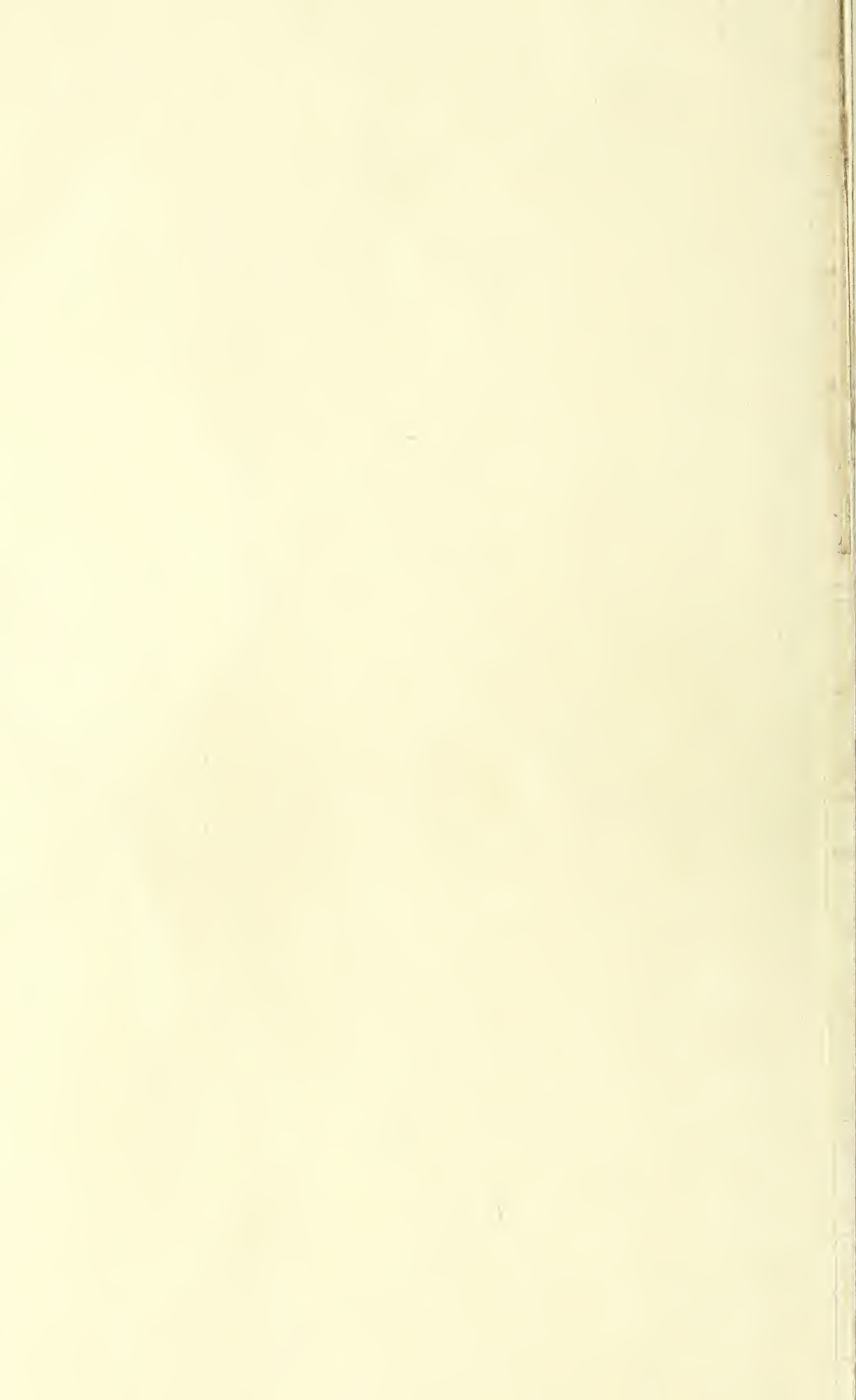
metallisk kobber).

Merton &amp; Co., London.

1887	1886	1885	1884	1883	1882	1881	1880	1879
150	110	250	260	* 600	* 600	* 600	* 500	* 500
170	180	233	159	293	800	207	* 300	* 300
7.700	9.700	11.400	14.100	* 12.000	* 11.000	10.000	9.700	9.500
883	733	585	670	* 500	* 455	455	470	245
* 1.300	1.100	* 1.500	* 1.500	1.680	3.259	2.655	* 2.000	* 2.000
1.450	1.560	1.200	1.000	1.055	500	500	50	50
29.150	35.025	38.500	41.648	41.099	42.909	37.989	42.916	49.318
5.950	5.390	5 000	5.000	5.000	5 000	5.087	5.038	4.328
1.300	625	450	—	—	—	—	—	—
389	1.471	2.773	3.350	2.620	3.464	3.875	3.662	3.462
13.025	12.595	12.450	12.582	12.643	11.516	10.999	9.800	8.400
* 1.850	* 1.870	* 2.800	* 2.200	* 2.000	* 1.800	1.743	1.000	* 600
531	366	* 600	600	790	660	815	820	* 900
2.500	2.100	* 2.000	* 2.000	* 1.600	* 1.400	* 1.480	* 1.380	* 1.140
* 11.000	* 12.000	* 10.000	* 10.000	* 7.600	* 4.800	* 3.900	* 3.900	* 3.900
1.950	—	—	—	—	—	—	—	—
100	250	375	291	489	401	333	* 400	* 400
1.180	1.125	778	668	1.053	1.500	1.718	* 1.500	* 1.500
125	—	—	—	—	—	—	—	—
1.150	1.920	2.180	2.390	2.340	2.300	2.350	2.040	2.000
275	330	380	392	322	* 290	290	386	412
50	75	229	362	395	440	615	* 600	* 600
5.000	4.875	5.100	4.700	4.400	4.000	3 700	3.300	3.300
905	520	775	662	732	798	995	1.074	800
28.500	24.700	23.484	21.564	20.472	17 389	16.666	16.215	13.751
* 11.000	* 11.000	* 11.500	* 10.800	* 9.800	* 9.000	* 10.203	* 9.151	* 11.324
* 7.000	* 7.000	* 7.000	* 7.500	* 8.000	* 8.000	* 8.170	* 6 603	* 4.692
2.300	2.135	1.800	2.000	2.026	1.885	1.340	1.705	1.360
* 856	1.258	1.665	* 2.300	2.357	1 700	1.410	1.000	770
4.050	3.560	2.424	2.251	1.952	1.586	1.469	1.639	1.464
20.550	22.550	21.075	18.050	14.750	14.300	13.995	14.150	11.720
12.780	13.040	11.135	12.875	11.900	11.140	10.355	8.050	7.410
25.450	14.850	16.070	10.265	11.010	4.045	6.532	2.810	4.220
9.775	10.870	14.200	8.990	10.660	8.030	2.955	—	—
8.035	6.985	10.135	11.935	3.250	—	—	—	—
2.519	1.510	1.435	2.585	—	—	—	—	—
2.900	3.708	4.111	4.600	4.018	3.700	2.823	1.800	1.597
223.798	217.086	225.592	220.249	199.406	181.622	163.369	153.959	151.963

desuden kobberindhold i exporteret kis. Om revision af disse tal se senere afsnit.  
*betyder skjønsmæssig anslægt.*

£ 42 3/    £ 40 6/    £ 44 1/6    £ 54 15/6    £ 63 8/9    £ 67 -/6    £ 61 1/3    £ 63 1/3    £ 57 11/





**Oversigt over verdens**  
(I eng. tons, af  
Sammenstillet af Henry R.

	1804	1893	1892	1891	1890	1889	1888
Algier .....	—	—	—	120	120	160	50
Argentina.....	290	160	200	210	150	190	150
Australien.....	0.000	7.500	6.500	7.500	7.500	8.300	7.450
Østerrige.....	1.810	1.215	1.100	065	1.210	1.225	1.010
Bolivia — Coro/coro	2.300	2.500	2.860	2.100	1.000	* 1.200	1.400
Canada.....	* 5.000	* 5.000	* 3.500	3.500	3.050	2.500	* 2.250
Chili.....	21.340	21.350	22.565	10.875	26.120	24.250	31.240
Capkolonien							
Cape Co.....	5.000	5.200	5.500	5.000	5.000	5.600	5.800
Namaqua.....	1.500	800	450	900	1.450	* 2.100	1.700
England.....	* 400	425	495	720	935	005	1.456
Tyskland — Mansfeld	14.990	14.150	15.360	14.250	15.800	15.500	13.380
Øvrige Tyskland	2.210	2.000	1.935	1.900	1.825	* 1.850	* 1.850
Ungarn.....	310	210	285	285	300	300	858
Italien.....	* 2.500	2.500	2.500	2.200	2.200	* 3.500	3.500
Japan.....	20.050	18.000	18.000	17.000	15.000	15.000	11.600
Mexico — Boleo.....	10.370	7.980	6.415	4.175	3.450	3.280	2.566
Øvrige Mexico	1.400	500	900	1.025	875	500	200
Ny-Foundland—							
Betts Cove ...	100	240	450	540	735	1.115	1.300
Tilt Cove.....	1.800	1.800	1.940	1.500	1.000	1.500	750
Norge — Vignæsne	* 085	1.070	785	615	025	1.007	1.020
Øvrige Norge)	* 800	790	625	632	465	435	300
Peru.....	440	400	290	280	150	275	250
Rusland.....	5.000	5.000	4.900	4.800	4.070	4.700	5.000
Sverige.....	* 500	535	735	655	830	830	1.036
Rio Tinto.....	33.000	31.100	31.500	32.000	30.000	29.500	28.500
Tharsis.....	11.000	11.000	* 11.500	* 10.500	* 10.300	* 11.000	* 11.000
Mason & Barry	* 4.200	* 4.400	* 4.400	* 4.150	* 5.600	* 5.250	* 7.000
Sevilla.....	1.170	1.270	1.107	875	810	1.350	1.700
Portugal.....	205	625	1.072	890	565	670	1.256
Øvrige gruber.	* 4.600	* 5.600	* 6.800	* 5.500	* 4.425	* 6.500	* 7.000
Calumet & H.	27.675	27.675	32.250	20.000	26.250	21.700	22.400
Øvrige Lake ..	23.450	22.835	22.210	22.505	18.200	17.060	16.250
Anaconda.....	42.410	33.600	45.000	20.750	28.600	27.500	29.225
Øvrige Mont. ..	37.320	35.700	27.000	20.750	20.060	19.018	15.418
Arizona.....	10.990	19.600	17.160	17.723	15.045	14.419	14.082
Øvrige Stater.	0.150	7.800	9.000	8.415	6.370	6.068	5.295
Venezuela—							
Quebrada.....	2.500	2.850	3.100	6.500	5.640	5.563	4.000
	324.405	303.530	310.472	270.391	260.455	261.205	258.026

<sup>1)</sup> Gjengiver kan metallisk kobber, fremstillet ved norske kobberværk; ikke

Tal mærket med stjerner.

Middelpris af G. M. B. A. d. første halvmaaned. £ 40 2/6 £ 43 6/0 £ 45 0/6 £ 51 3/4 £ 54 1/4 £ 40 10/6 £ 76

**samlende kobberproduktion.**

metallisk kobber).

Merton & Co., London.

	1887	1886	1885	1884	1883	1882	1881	1880	1879
150	110	250	260	* 600	* 600	* 600	* 500	* 500	
170	180	233	159	293	800	207	* 300	* 300	
7.700	9.700	11.400	14.100	* 12.000	* 11.000	10.000	9.700	9.500	
893	733	585	670	* 500	* 455	455	470	245	
* 1.300	1.100	* 1.500	* 1.500	* 1.680	3.259	2.655	* 2.000	* 2.000	
1.450	1.569	1.200	1.000	1.055	500	500	50	50	
29.150	35.025	38.500	41.648	41.099	42.900	37.989	42.916	40.318	
5.950	5.390	5.000	5.000	5.000	5.000	5.087	5.095	4.328	
1.300	625	450	—	—	—	—	—	—	
389	1.471	2.773	3.350	2.620	3.464	3.875	3.662	3.462	
13.025	12.505	12.450	12.582	12.643	11.516	10.099	0.800	8.400	
* 1.850	* 1.870	* 2.800	* 2.200	* 2.000	* 1.800	1.743	1.000	* 600	
531	366	* 600	600	700	660	815	820	* 900	
2.500	2.100	* 2.000	* 2.000	* 1.600	* 1.400	* 1.480	* 1.380	* 1.140	
* 11.000	* 12.000	* 10.000	* 10.000	* 7.600	* 4.800	* 3.000	* 3.000	* 3.000	
1.050	—	—	—	—	—	—	—	—	
100	250	375	201	489	401	333	* 400	* 400	
1.180	1.125	778	668	1.033	1.500	1.718	* 1.500	* 1.500	
125	—	—	—	—	—	—	—	—	
1.150	1.020	2.180	2.390	2.340	2.300	2.350	2.040	2.000	
275	330	380	302	322	* 290	200	386	412	
50	75	220	362	305	440	615	* 600	* 600	
5.000	4.875	5.100	4.700	4.400	4.000	3.700	3.300	3.300	
905	520	775	662	732	798	005	1.074	800	
28.500	24.700	23.484	21.564	20.472	17.389	16.666	16.215	13.751	
* 11.000	* 11.000	* 11.500	* 10.800	* 5.800	* 0.000	* 10.203	* 0.151	* 11.321	
* 7.000	* 7.000	* 7.000	* 7.500	* 8.000	* 8.000	* 8.170	* 6.603	* 4.602	
2.300	2.135	1.400	2.000	2.026	1.880	1.340	1.705	1.360	
* 896	1.258	1.665	* 2.300	2.357	1.755	1.410	1.000	770	
4.090	3.560	2.424	2.251	1.052	1.589	1.469	1.630	1.464	
20.550	22.550	21.075	18.050	14.750	14.300	13.995	14.150	11.720	
12.780	13.040	11.135	12.875	11.900	11.140	10.355	8.050	7.410	
25.450	14.850	16.070	10.265	* 11.010	4.045	—	—	—	
9.775	10.870	10.700	8.990	—	—	—	—	—	
8.035	6.985	10.135	11.035	10.600	8.030	—	—	—	
2.510	1.510	1.435	2.585	3.250	2.955	—	—	—	
2.900	3.708	4.111	4.600	4.018	3.700	2.823	1.800	1.567	
223.798	217.086	225.502	220.240	109.406	181.622	163.369	153.050	151.963	

denuden kobberindhold i eksporteret kis. Om revision af disse tal se senere afsnit.

betyder skjønsmæssig anslaat.

£ 42 3/4 £ 40 6/6 £ 44 1/6 £ 54 15/6 £ 63 8/0 £ 67 -/6 £ 61 1/3 £ 63 1/3 £ 57 1/1

se side 262 og 263; enheden er engelsk ton = 2240 eng. *tt.* (lbs.) eller = 1016 kg.<sup>1)</sup>

I denne statistik er kobbermængden i kobbermalm, produceret i og derpaa exporteret fra et land og senere metallurgisk behandlet i et andet, opført under det land, hvor malmen er udmineret, og ikke i det, hvor kobberet endelig er bleven fremstillet metallisk.

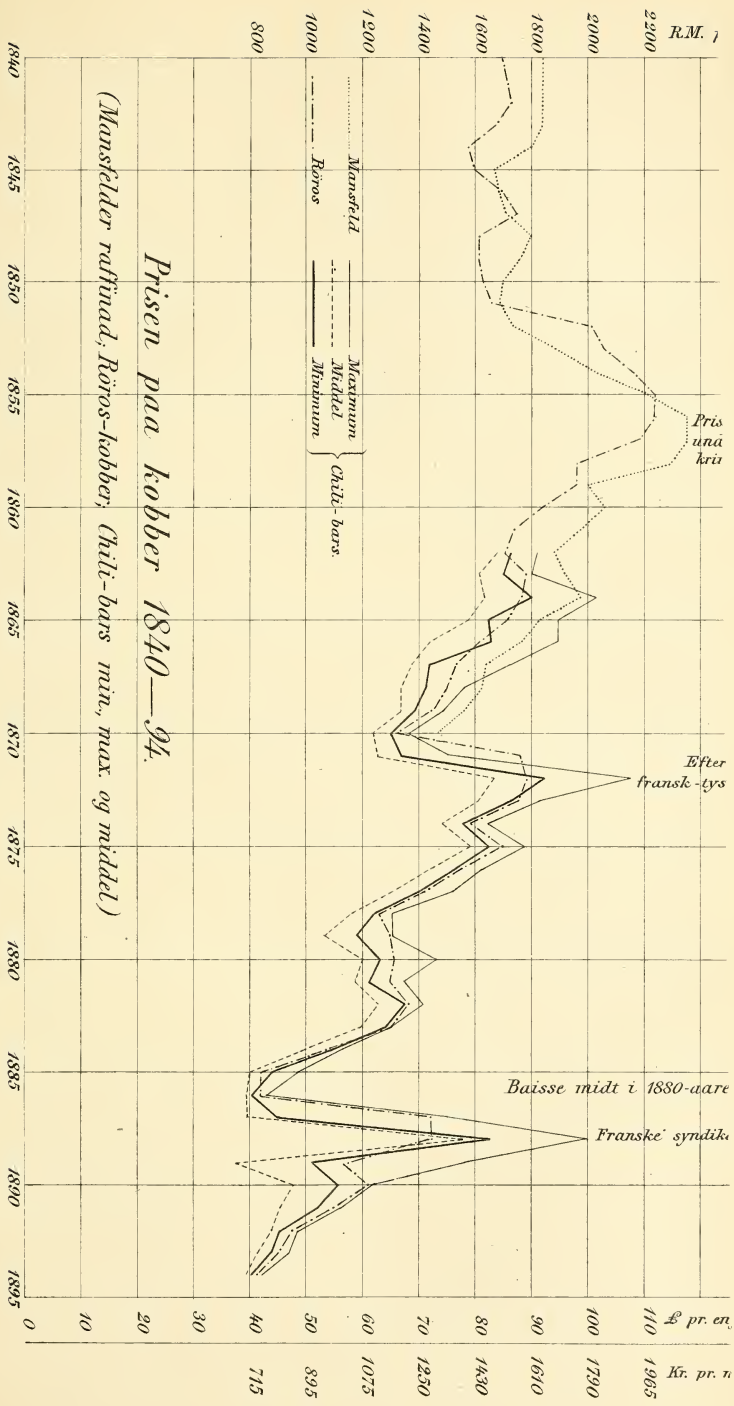
For de allersidste aar, 1889—1893, har det ligeledes meget bekendte „Metallgesellschaft Frankfurt am Main“ ogsaa offentliggjort detailleret statistik over den totale produktion af kobber (samt af bly, zink, tin og sølv); her er dog fulgt et andet princip, idet man har sammenstillet opgaverne over den mængde metallisk kobber, som er fremstillet — dels af indenlandsk og dels af importeret malm — i de forskjellige europæiske lande samt i de Forenede Stater; hertil er adderet importen af metallisk kobber fra Chili, Japan, Australien osv. til Europa, hvortil endelig kommer mængden af japanesisk kobber konsumeret i Østasien.

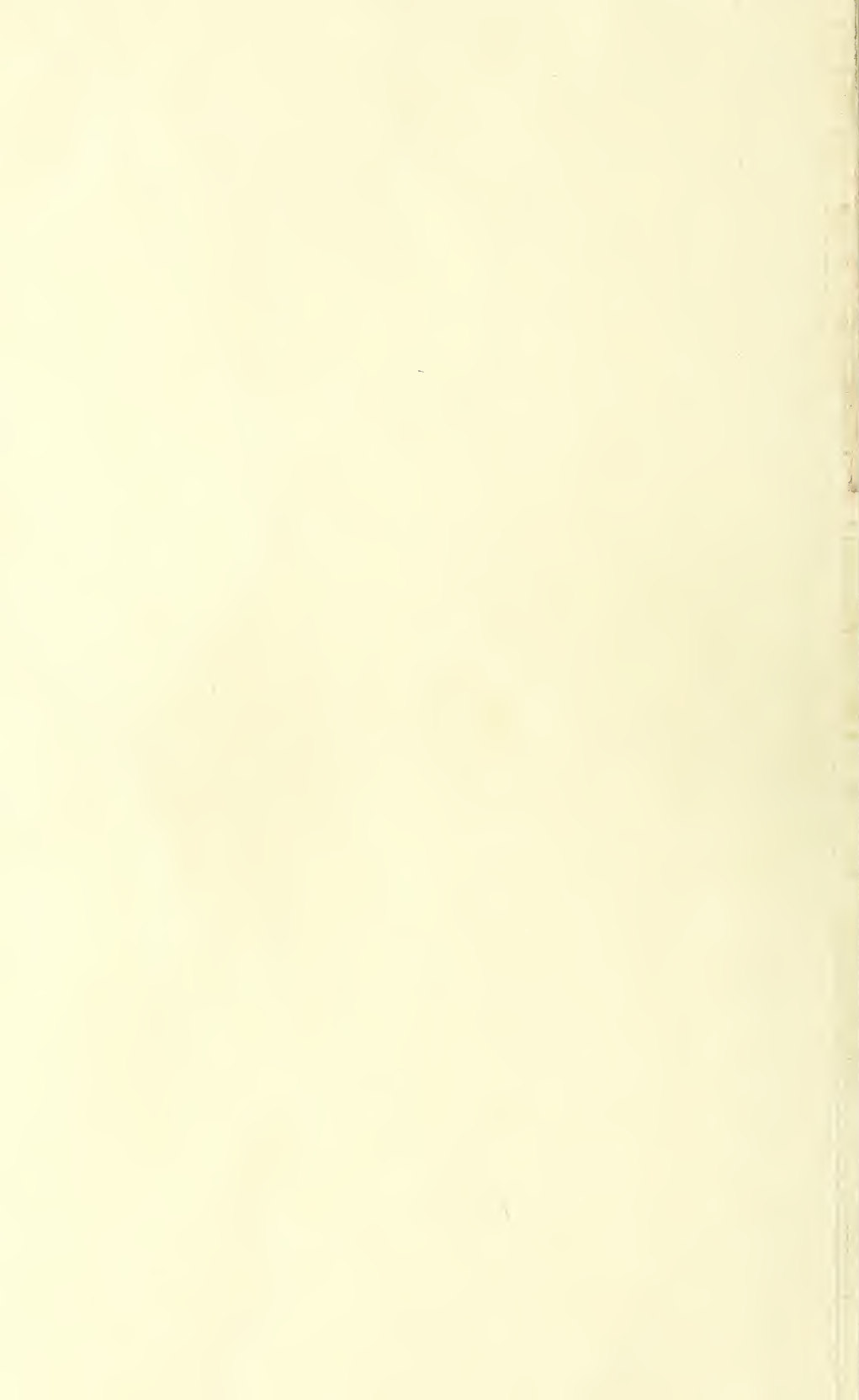
Vi skal indskrænke os til af sidstnævnte statistik kun at gjengive det endelige totalresultat; til sammenligning vedføier vi ogsaa det engelske firmas summation af kobberproduktionen (omregnet til metriske tons), samt en i „Mineral Industry“, 1893, foretagen summation af kobberproduktionen i 1892 og 1893.

### Oversigt over verdens samlede kobberproduktion i 1889—1893.

(Metriske tons)	1889	1890	1891	1892	1893
Ifølge Merton, London .	265.380	274.060	283.960	316.020	308.840
Ifølge Frankf. Metallges.	267.082	282.251	291.297	315.365	312.154
Ifølge „Min. Ind.“, 1893				303.321	306.880

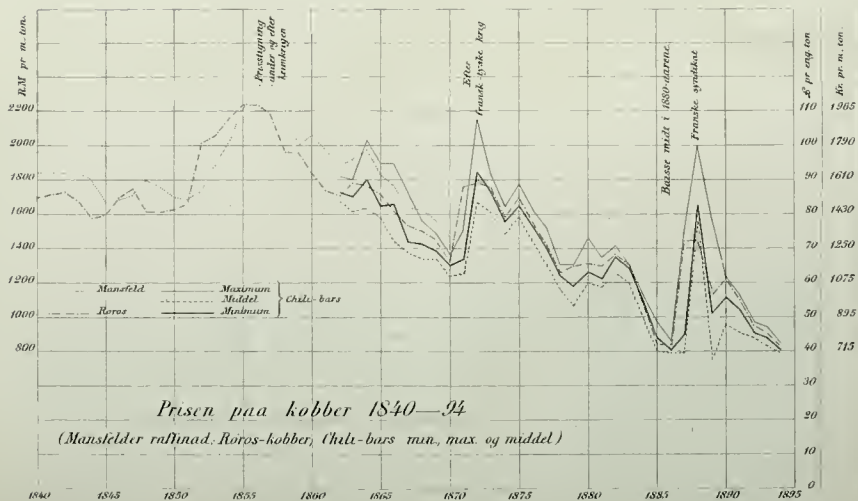
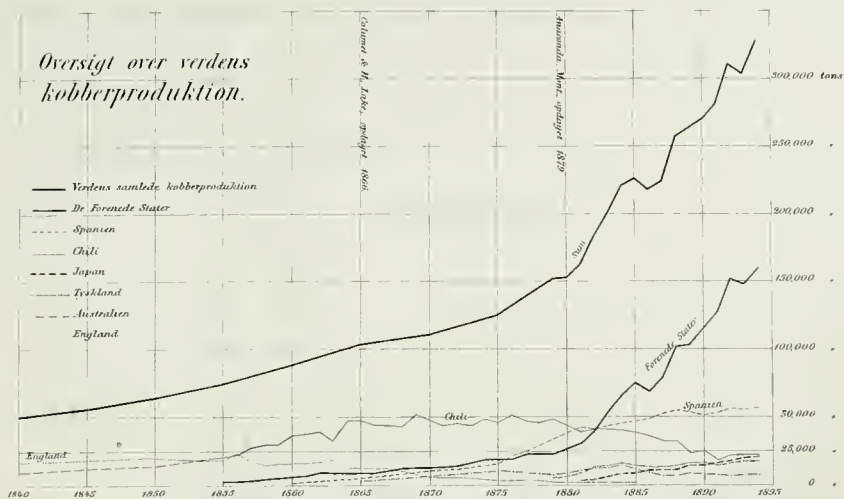
<sup>1)</sup> 1 metrisk ton = 1000 kg. — I det følgende kan vi ikke overalt holde metrisk ton og engelsk ton ud fra hinanden; denne usikkerhed er dog ikke af nogen reel betydning, idet forskjellen mellem de to ton-enheder kun er 1.6 %.

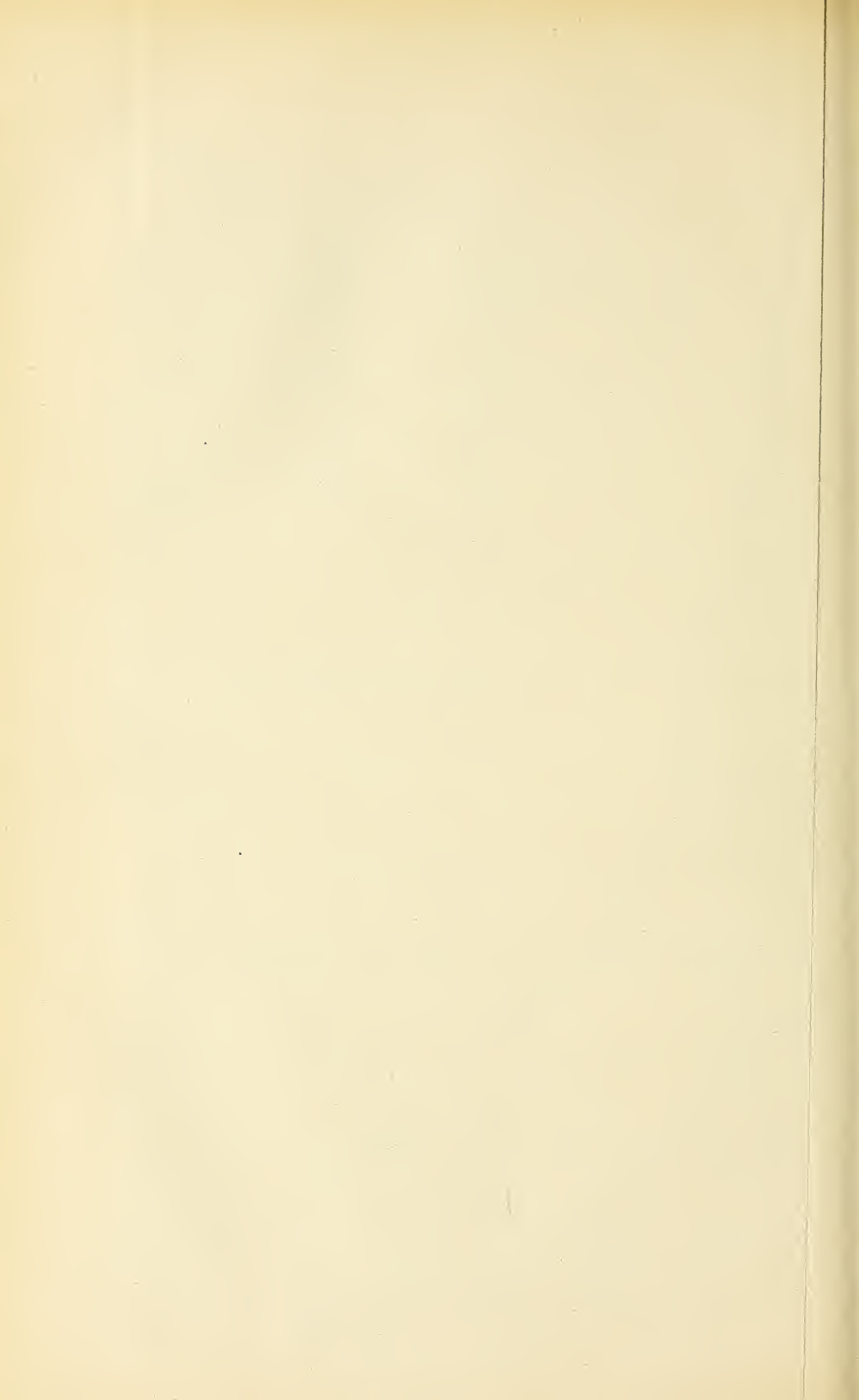






# Oversigt over verdens kobberproduktion.





Disse tildels efter forskjelligartede principer opgjorte statistikker stemmer ganske godt overens, hvad igjen er et vidnesbyrd om, at de maa være temmelig korrekte; i alle fald saa vidt korrekte, at de kan lægges til grund for vore efterfølgende betragtninger.

Efter dette korte overblik skal vi gaa over til at gennemgaa de vigtigste kobberproducerende lande.

### De Forenede Stater.

#### Kobberproduktion (eng. tons).

1845	100 tons	1866	8900 tons	1884	64.700 tons
1846	150 —	1868	11.600 —	1885	74.050 —
1848	500 —	1870	12.600 —	1886	69.805 —
1850	700 —	1872	12.500 —	1887	79.109 —
1852	1100 —	1874	17.500 —	1888	101.710 —
1854	2250 —	1876	19.000 —	1889	105.774 —
1856	4000 —	1878	21.500 —	1890	116.325 —
1858	5500 —	1880	25.010 —	1891	128.179 —
1860	7200 —	1881	30.882 —	1892	152.620 —
1862	9000 —	1882	40.470 —	1893	147.210 —
1864	8000 —	1883	51.570 —	1894	159.700 —

*De Forenede Stater*, som indtil midten af aarhundredet (1848—1850) ikke engang leverede saa meget kobber som vort eget land, *producerer nu omtrent ligesaa meget kobber som hele den øvrige verden tilsammen.*

De to vigtigste grubefelter ligger i *Montana*, i 1893 med samlet produktion 69.300 tons kobber (deraf ved hovedgruben *Anaconda* 33.600 tons) og ved *Lake superior*, i 1893 med 50.510 tons (deraf ved hovedgruben *Calumet & Hecla* 27.675 tons); som tredie felt følger *Arizona*. — I et efterfølgende afsnit skal vi ganske udførlig redegjøre for disse store nordamerikanske forekomster, som nu omtrent fuldstændig dominerer hele verdens kobbermarked.

## Spanien.

## Kis- og kobberproduktion.

(m. tons)	Kis- og kobber- malm-produktion	Deraf fremstillet metallisk kobber
1856	80.350 tons	ca. 3.000 tons
1860	146.000 —	ca. 4.000 —
1865	273.200 —	ca. 6.000 —
1870	397.000 —	ca. 9.000 —
1875	802.600 —	ca. 18.000 —
1880	1.477.000 —	36.300 —
1885	2.199.000 —	47.900 —
1890	3.016.800 —	51.700 —
1892	2.481.200 —	56.200 —
1893		54.900 —
1894		54.200 —

Under rubrikken for kobber i denne tabel er medregnet alt det kobber, der udvindes i England, Tyskland osv. af importeret spansk kis.

Næst efter de Forenede Stater kommer *Spanien* og tilgrænsende dele af Portugal, med hovedgruber *Rio Tinto*, *Tharsis* og *San Domingo* i Huelva-distriktet (i den sydlige del af Spanien, henimod den portugisiske grænse; 50—100 km inde i landet, med havn Huelva, nær Cadix; San Domingo paa den portugisiske side af grænsen). Disse storartede forekomster arbejder som bekjendt paa kobberholdig svovlkis, der temmelig nøie kan parallelliseres med kisen fra vore mange norske kisgruber, som f. ex. Kongens grube ved Røros, Vignæs, Foldal, Ytterøen, Sulitelma osv. En væsentlig del af den spanske kis, der oftest holder 2—4 % kobber, gaar, som vi i det følgende nærmere skal omhandle, til export, til Mellem-Europas svovlsyrefabrikker; først tilgodegjøres svovlet; senere ekstraheres kobbergehalten, hvorpaa det tilbageværende jernrige gods, „purple ore“, endelig benyttes som jernmalm ved masovnsdrift. Hvad der ikke exporteres af den spanske kis, behandles ved vaadveisprocesser paa stedet, til udvinding af kobber.



De spanske kisforekomster, som tildels udmærker sig ved aldeles kolossale dimensioner, og som var kjendt allerede under romernes dage, blev i midten af aarhundredet kun drevne i rent ubetydelig stil; nogen nævneværdig export af kis, til udlandets svovlsyrefabrikker, begyndte først i slutten af 1860-aarene, ved hvilken tid de vigtigste forekomster, Rio Tinto, Tharsis, Domingo osv., indkøbtes af kapitalstærke engelske firmaer, som strax, ved betydelige jernbane- og havneanlæg, forberedte sig paa rigtig en-gros produktion. Som det fremgaar af den statistiske oversigt, steg driften voldsomt tilveirs i 1870-aarene og helt op til lidt over midten af 1880-aarene; i de sidste forløbne 6--7 aar har derimod driften holdt sig paa næsten nøiagtig samme høide (53.700 tons kobber i 1887 og 54.300 tons i 1893). — Ogsaa om de spanske forekomster henviser vi til nærmere redegjørelse i det følgende.

## Chili.

## Udførsel af kobber fra Chili.

1855	20.200 tons	1870	49.100 tons	1886	35.000 tons
1856	21.900 —	1872	46.300 —	1888	31.200 —
1858	30.500 —	1874	48.200 —	1890	26.100 —
1860	36.300 —	1876	50.700 —	1891	19.900 —
1862	43.100 —	1878	46.800 —	1892	22.000 —
1864	47.500 —	1880	42.900 —	1893	21.350 —
1866	44.800 —	1882	42.900 —	1894	21.340 —
1868	43.700 —	1884	41.600 —		

Allerede i den første halvdel af indeværende aarhundrede spillede bergverksdriften paa kobber en fremskudt rolle i Chili; hvor høit produktionen i denne tid naaede op, kan vi dog ikke give aldeles detailleret oplysning om, idet statistikken over udført mængde „Chili bars“ — et forholdsvis rent sort-kobber — først begynder med aar 1855. For dog i alle fald at give nogen forestilling om driftens størrelse endnu lidt længere tilbage kan anføres, at *Le Play* i et arbeide af 1848, som vi i det følgende gjentagende kommer til at omtale, for

10-aarsperioden 1838—48 opfører kobberproduktionen i Chili, medregnet Cuba og øvrige Amerika, til gennemsnitlig 16.600 eng. tons aarlig. Endvidere kan vi nævne, at ifølge de i „Mineral Industry“, 1893, aftrykte tabeller, begyndende med aar 1844, over udført kobbermalm, kobbersten og kobber kan skjønsmæssig den chilenske kobberproduktion anslaaes til for 1845 omkring 9 å 10.000 tons og for 1850 13.000 tons.

Fra midten af aarhundredet skjød kobberproduktionen i Chili, hvilket land i 1860-aarene leverede næsten halvdelen af den hele verdens forbrug af kobber, en meget hurtig væxt; produktionen naaede sit maximum i 1870-aarene (1876 50.700 tons kobber); men senere har den chilenske bergversksdrift paa kobber gaaet temmelig stærkt tilbage. Dette forsøgte man for nogle aar siden, under krigen mellem Chili og Peru, at forklare ved de paa grund af den politiske situation fremkaldte usikre forholde, — en forklaring, som dog ikke længere kan høres, idet nedgangen fremdeles fortsætter, tilmed i fremtrædende grad; udførselen i de sidste 3 aar, 1891—93, har endog ikke engang beløbet sig til halvdelen af, hvad tilfældet var i perioden 1860—80. Den faktiske aarsag hertil ligger utvivlsomt, som fremholdt i forskellige beretninger fra den senere tid om den chilenske bergversksdrift, i den omstændighed, at en del af de vigtigere chilenske kobberforekomster allerede er afbyggede eller udtømte, og at en række øvrige forekomster under de nuværende lave konjunkturer ikke lader sig drive med fordel; gruberne opgives næsten gennemgaaende at være blevne fattigere mod dybet.

### Tyskland.

(Metr. tons)	Samlet produktion af kobber, af indenlandsk og importeret malm.	Kobberproduktion af indenlandsk malm.	Deraf alene ved Mansfeld.
1862 . . . . .	2.933 tons	(ca. 2 900) tons	1.850 tons
1865 . . . . .	3.414 —	(ca. 3.400) —	2 200 —
1870 . . . . .	4.797 —	(ca. 4 700) —	3.980 —
1875 . . . . .	6.760 —	(ca. 6.600) —	6.100 —
1880 . . . . .	14.252 —	10.800 —	9.800 —
1885 . . . . .	19.928 —	15.250 —	12.450 —
1890 . . . . .	24.427 —	17.800 —	15.800 —
1893 . . . . .	24.011 —	17.250 —	14.150 —
1894 . . . . .		17.200 —	14.990 —

Importen af kobbermalm til Tyskland — navnlig af spansk og norsk kis, som først afrøstes ved svovlsyrefabrikkerne og senere ekstraheres ved kobberverkerne — begyndte først omkring midten af 1870-aarene at spille nogen større rolle; for endnu længere tilbage i tiden repræsenterer kolonnen over kobber, fremstillet af indenlandsk og importeret malm i sum, temmelig nøie den indenlandske produktion alene.

Det ubetinget vigtigste kobberverk i Tyskland er det bekendte *Mansfelder*-verk, som har været drevet helt siden middelalderen, men som dog først efter den fransk-tyske krig er bleven arbejdet i rigtig storartet stil.

Kobberproduktionen ved Mansfeld, efter 1780.

1780	610 m. tons	1860	1.600 m. tons
1790	570 ———	1865	2.200 ———
1800	500 ———	1870	3.980 ———
1810	480 ———	1875	6.100 ———
1820	580 ———	1880	9.800 ———
1830	820 ———	1885	12.450 ———
1840	960 ———	1890	15.800 ———
1850	1.100 ———	1893	14.100 ———
1855	1.370 ———	1894	14.990 ———

I et følgende afsnit kommer vi til ganske udførlig at omhandle dette verk, som for tiden arbejder under ganske overordentlig vanskelige forhold; for det første er malmen, den saa bekjendte *kobberskifer*, meget fattig paa kobber (og sølv), saa driften under normale forhold med de nuværende lave konjunkturer neppe kan gaa med fordel; og for det andet har gruberne i de senere aar været ude for en høist kompliceret „Wassercalamität“, som muligens vil blive skjæbnesvanger for verkets existens.

## England, med Skotland og Irland.

Kobberproduktion af indenlandsk malm (eng. tons).

Gjennemsnitlig aarlig	1726—1735	1.032 tons	1806—1810	8.952 tons
	1736—1745	1.342 —	1811—1815	9.850 —
	1746—1755	1.756 —	1816—1820	9.671 —
	1756—1765	2.805 —	1821—1825	11.867 —
	1766—1770	3.626 —	1826—1830	13.849 —
	1771—1780	6.519 —	1831—1835	16.314 —
	1781—1790	8.103 —	1836—1840	16.583 —
	1791—1800	7.995 —	1841—1845	16.266 —
	1801—1805	7.691 —		

1855 . . . . .	21.643 tons	1875 . . . . .	4.668 tons
(1856 max. . . . .	24.654) —	1880 . . . . .	3.722 —
1860 . . . . .	16.230 —	1885 . . . . .	2.818 —
1865 . . . . .	12.083 —	1890 . . . . .	941 —
1870 . . . . .	7.292 —	1893 . . . . .	ca. 400 —

Bergverksdriften paa kobber er i England, hvis kobber- og tingruber paa Cornwall-halvøen allerede var kjendt i romernes dage, nu næsten kun „en saga blot“, og *England, som i den første trediedel af aarhundredet var verdens vigtigste kobber-producerende land, leverer nu ikke engang saa meget kobber (af indenlandsk malm) som f. ex. Røros kobberverk alene.* Aarsagen til denne absolute tilbagegang er ikke — eller i alle fald kun rent underordnet — at søge i daarlige konjunkturer, men er derimod beroende paa, at tilgangen paa kobbermalm i en flerhed af de cornwallske gruber er aldeles udtømt. Mange- steds har man paa dybet mødt tinsten istedenfor kobbermalm, og de gamle kobbergruber drives nu tildels som tingruber.

Fremdeles indtager dog England en meget fremskudt position inden kobberets omraade, idet der i stor stil importeres kobbermalm og kobber-mellemprodukter (navnlig spansk kis og amerikansk kobbersten og sortkobber), hvis kobberindhold endelig fremstilles metallisk, ved metallurgiske etablissementer i England. — Produktionen af metallisk kobber, saa



at sige i sin helhed af *importeret* malm og mellemprodukt, i England har saaledes i de senere aar beløbet sig til:

1889 . . . . .	97.866 m. tons kobber
1893 . . . . .	90.674 ———

### Rusland.

Som efterfølgende tabel viser, har bergverksdriften paa kobber i Rusland helt siden begyndelsen af aarhundredet holdt sig nogenlunde konstant; i begyndelsen af aarhundredet leverede Rusland henimod eller omkring  $\frac{1}{10}$  af den hele verdensproduktion, nu derimod kun noget over  $\frac{1}{100}$ .

### Den russiske kobberproduktion.

1825	3.325 m. tons	1865	4.150 m. tons
1830	3.870 ———	1870	5.050 ———
1835	3.940 ———	1875	3.650 ———
1840	4.120 ———	1880	3.200 ———
1845	4.180 ———	1885	4.710 ———
1850	6.450 ———	1890	5.720 ———
1855	6.200 ———	1893	5.000 ———
1860	5.200 ———	1894	5.000 ———

Vedrørende kobberproduktionen i de øvrige lande — *Japan, Australien, Capkolonien, Mexico, Canada, Ny-Foundland, Venezuela, Østerrige-Ungarn, Italien, Sverige, Norge osv.* — henvises dels til *Mertons* tabeller for aarene efter 1879 og dels til det efterfølgende afsnit „Oversigt over de vigtigste hidtil kjendte tilgange af kobbermalm“; de *norske* forekomster ofrer vi et særskilt kapitel.

Som vi allerede ovenfor har gjort opmærksom paa, begynder systematisk oversigt, nemlig *Mertons* tabeller, over den totale kobberproduktion først med aar 1879. For tidligere aar kjender jeg, naar der ikke tages hensyn til en rent foreløbig og tilnærmelsesvis oversigt i et af mine egne ældre arbeider (i *Letterstedt'ske* tidsskrift, 1889), kun et eneste forsøg til detailleret summation af verdens samlede kobberproduktion, nemlig en statistik af *Le Play* over den gennemsnitlige kobberproduktion i perioden 1838—48 (trykt i *Le Plays* i sin tid meget bekjendte arbeide over kobber-hytedriften i Wales).

Vi hidsætter denne oversigt *in extenso*.

Den gennemsnitlige aarlige kobberproduktion  
i 1838—48:

Storbritannien . . . . .	15.800	eng. tons
Rusland, med Sibirien . . . . .	3.900	—
Østerrige og Ungarn . . . . .	4.500	—
Norge og Sverige . . . . .	2.200	—
Tyske toldforbund . . . . .	1.500	—
Tyrkiet, med Lilleasien . . . . .	2.000	—
Øvrige europæiske lande . . . . .	1.100	—
Amerika, navnlig Chili og Cuba . . . . .	16.600	—
Oceaniet, Australien, Ny-Zealand, osv. . . . .	2.400	—
Japan . . . . .	2.400	—

---

Sum 52.400 eng. tons  
(eller 53.200 m. tons).

Paa grundlag af det ovenfor og i et efterfølgende afsnit, om verdens vigtigste kobberforekomster, sammenstillede statistiske material skal vi foretage en summation af den totale kobberproduktion for perioden efter 1840.

For de *Forenede Stater* har vi detailleret statistik, siden kobberproduktionen der begyndte i 1845.

For *Chili* detailleret statistik siden 1855; nogenlunde gode oplysninger ogsaa for 1840—50.

*Spanien*; detailleret statistik baade over kobber- og kisproduktion siden 1879; for 1856—75 derimod kun opgave over malm- eller kispro-

duktionen, hvoraf skjønsmæssig er beregnet kobberproduktion. Produktionen før 1855 ubetydelig.

*England*; detailleret statistik indtil 1845 og efter 1855; for perioden 1846—54 derimod mangler vi opgave, hvad dog er af underordnet betydning.

*Tyskland*; detailleret statistik fra det vigtigste kobberverk, Mansfeld, helt siden 1780; videre opgave over den totale kobberproduktion, af inden- og udenlandsk malm i sum, siden 1862; i henhold hertil skjønsmæssig anslaaet den samlede indenlandske kobberproduktion siden 1840. Som støtte for dette overslag er benyttet *Le Plays* opgave for 1838—48.

*Japan*; opgave kun for aarene efter 1879 og for perioden 1838—48; paa grundlag heraf skjønsmæssig anslaaet produktionen i den mellem-liggende tid.

*Australien*; detailleret statistik fra de to vigtigste kobberproducerende kolonier helt siden driftens begyndelse, i Syd-Australien i 1849 og i Ny-Syd-Wales 1858.

*Rusland*; detailleret statistik for den hele periode.

*Østerrige*, detailleret statistik siden 1856, og *Ungarn* siden 1865; videre *Le Plays* opgave for 1838—48.

*Norge*; detailleret statistik helt fra aarhundredets begyndelse; se et særskilt afsnit i det følgende.

*Sverige*; detailleret statistik fra det vigtigste kobberverk, Fahlun, i det hele aarhundrede og videre tilbage helt siden 1633; opgave ogsaa over totalproduktionen i 1765—1874 ved det næstvigtigste kobberverk, Åtvidaberg.

*Italien*; detailleret statistik over produktionen af kobber siden 1879 og over produktionen af kobbermalm siden 1860; heraf skjønsmæssig for 1860—75 beregnet kobberindholdet.

For de øvrige kobberproducerende lande — Capkolonien, Peru, Bolivia, Venezuela, Mexico, Ny-Foundland, Canada, Argentina og Algier — hvilke i sum i 1880 producerede 12.000 tons kobber, ekvivalerende ikke fuldt 8% af den tids samlede kobberproduktion, har vi kun at bygge paa *Mertons* tabeller for tiden efter 1879 samt paa *Le Plays* opgave for 1838—48; for enkelte af disse lande har jeg ogsaa faaet indhentet nogle spredte, tilfældige oplysninger. — Cubas produktion er i vor oversigt for 1840—50, ligesom ogsaa i *Le Plays* opgave for 1838—48, medregnet under Chili.

I tabellerne er med en enkelt stjerne <sup>(1)</sup> betegnet de tal, som vistnok er skjønsmæssig angivne, men hvor vi dog har saavidt sikkert material at bygge paa, at tallet ikke kan afvige nævneværdigt fra det virkelige; med to stjerner <sup>(2)</sup> er betegnet de mere usikre opgaver.

1) = 1 stjerne.

2) = 2 stjerner.

## Oversigt

over

kobberproduktionen siden 1840, i kobberproducerende lande af anden rang.

(eng. tons)	1840	1845	1850	1855	1860	1865	1870	1875	1880	1885	1890	1893
Østerrige-Ungarn . .	14.000	4.500	14.500	14.500	14.500	13.700	1.800	1.450	1.300	1.200	1.500	1.425
Rusland . . . . .	4.200	4.200	6.500	6.300	5.300	4.200	5.100	3.700	3.200	4.800	5.800	5.000
Norge <sup>1</sup> . . . . .	350	550	600	550	600	600	1.500	1.900	2.400	2.450	1.400	1.750
Sverige . . . . .	11.000	11.200	11.000	11.000	11.000	11.200	11.500	11.000	1.100	800	850	750
Italien . . . . .	21.000	21.000	21.000	21.000	11.500	11.000	11.000	11.200	11.400	12.000	2.200	2.500
Afrika (særlig Kap- kolonien) <sup>2</sup> . . . . .					21.000	22.000	23.000	24.000	5.500	5.700	8.900	6.100
„Øvrige Amerika“ . .	23.000	23.000	23.000	23.000	23.000	24.000	25.000	26.000	16.500	18.500	16.100	20.500
Sum	13.500	14.500	16.500	16.500	17.000	17.700	18.000	19.300	21.400	25.500	36.700	38.000

<sup>1</sup> For 1889—93 efter *Mertons* tabeller; vedrørende nøagtigere opgaver henvises til særskilt afsnit i det følgende.  
(Kobberindholdet i eksporteret malm er delvis medregnet).

<sup>2</sup> Forenede Stater og Chili for sig. Cuba for 1840—50 medregnet under Chili.



**Oversigt**  
over  
verdens samlede kobberproduktion siden 1840.

(eng. tons)	1840	1845	1850	1855	1860	1865	1870	1875	1880	1885	1890	1893
Forenede Stater		100	700	3.000	7.200	8.500	12.600	18.000	25.000	74.000	116.300	147.200
Chili <sup>1</sup> . . . .	<sup>2</sup> 14.000	<sup>2</sup> 17.000	<sup>2</sup> 15.000	20.200	36.300	48.300	49.100	45.400	42.900	38.500	26.120	21.350
Spanien . . . .	<sup>2</sup> 500	<sup>2</sup> 1.000	<sup>2</sup> 1.500	<sup>2</sup> 2.500	<sup>2</sup> 4.000	<sup>2</sup> 6.000	<sup>2</sup> 9.000	<sup>2</sup> 18.000	36.300	47.900	51.700	54.300
England . . .	16.400	16.800	<sup>2</sup> 20.000	21.600	16.200	12.100	7.300	4.700	3.700	2.800	940	400
Tyskland . . .	<sup>1</sup> 1.500	1.500	<sup>2</sup> 2.000	<sup>2</sup> 2.500	2.900	3.400	4.700	6.600	10.800	13.250	17.800	17.250
Japan . . . .	<sup>2</sup> 2.000	2.400	<sup>2</sup> 2.500	<sup>2</sup> 2.500	<sup>2</sup> 2.500	<sup>2</sup> 2.500	<sup>2</sup> 3.000	<sup>2</sup> 3.500	3.900	10.000	15.000	18.000
Australien (med Oceaniet) . .	<sup>2</sup> 2.000	2.400	<sup>2</sup> 3.000	<sup>2</sup> 3.000	<sup>2</sup> 3.500	<sup>2</sup> 5.500	<sup>2</sup> 7.000	<sup>2</sup> 11.000	9.700	11.400	7.500	7.500
Øvrige lande .	<sup>2</sup> 13.500	<sup>2</sup> 14.500	<sup>2</sup> 16.500	<sup>2</sup> 16.500	<sup>2</sup> 17.000	<sup>2</sup> 17.700	<sup>2</sup> 18.000	<sup>2</sup> 19.300	<sup>2</sup> 21.400	<sup>2</sup> 25.500	<sup>2</sup> 36.700	<sup>2</sup> 38.000
Sum	49.900	55.700	64.200	71.800	89.600	104.000	110.700	126.500	154.000	225.000	270.000	304.000
eller afrundet	50.000	55.000	65.000	72.500	90.000	105.000	110.000	125.000	155.000	225.000	270.000	305.000

<sup>1</sup> For 1840—50 medregnet Cuba.

Altsaa, idet vi afrunder til runde tal og for de allersidste aar tager middel af *Mertons*, Frankfurter-selskabets og „*Mineral Industry's*“ statistiske summationer:

Verdens samlede kobberproduktion.

1840 . . . . .	50.000 eng. tons
1845 . . . . .	55.000 —z—
1850 . . . . .	65.000 —z—
1855 . . . . .	72 500 —z—
1860 . . . . .	90.000 —z—
1865 . . . . .	105.000 —z—
1870 . . . . .	110.000 —z—
1875 . . . . .	125.000 —z—
1880 . . . . .	155.000 —z—
1885 . . . . .	225.000 —z—
1890 . . . . .	275.000 —z—
1892 . . . . .	305.000 —z—
1893 . . . . .	305.000 —z—

Ifølge *Mertons* statistik for 1894 beløb den totale kobberproduktion sig i dette aar til omkring 325.000 tons.

Vor oversigt for perioden 1840—93 gjør selvfølgelig ikke fordring paa detailleret nøiagtighed; feilen vil dog for de sidste aar, 1880—93, neppe overstige 5 % og for de tidligere aar neppe overstige 10 %; og — hvad vi særlig vil fremhæve — feilen vil antagelig overalt gaa i samme retning, idet vore opgaver gennemgaaende vil være enten lidt for høie eller, hvad jeg snarere skulde anse for sandsynligere, lidt for lave. Selv om opgaverne skulde være endnu noget mere ukorrekte i detaill'en end af mig forudsat, vil de dog i alle fald være fuldt ud tilstrækkelig paalidelige til at kunne lægges til grundlag for vore efterfølgende betragtninger over udviklingen af produktion og konsumtion af kobber.

For at lette overblikket gjengiver vi produktionen i de vigtigste lande samt for den hele verden ved grafisk fremstilling (se den medfølgende planche).

### Forbruget af kobber.

Kobber anvendes hovedsagelig til *legeringer* — nemlig messing (med 55—65% kobber, rest for den væsentligste del zink); bronze (80—85% kobber, rest hovedsagelig tin); videre nysølv, deltametal, aluminiumbronze og øvrige aluminiumlegeringer; osv. osv. — samt i *metallisk tilstand*, til kobberkar, -kjedler, -traad osv. En meget væsentlig del af den totale kobbermængde medgik navnlig tidligere til forhudning af træskibe; hertil anvendtes for nogle decennier tilbage fortrinsvis metallisk kobber, i de senere aar derimod fortrinsvis en slags messing (Muntz's metal, med omkring 60% kobber); forbruget paa dette omraade vedvarer vistnok fremdeles, men spiller dog nu, i alle fald i forhold til den totale kobberkonsumtion, paa langt nær ikke saa fremskudt rolle som tidligere.

En del kobber, antagelig 2—5% af den hele aarsproduktion, medgaar til dannelse af *kobbervitriol*, som hovedsagelig anvendes i elektricitetens tjeneste, til konservering af træ, osv. samt til destruktion af vinlusen; for nogle aar siden ventede man, at der til sidstnævnte øiemed, navnlig i Sydfrankrige, skulde komme til at medgaa aldeles kolossale kvantiteter af kobbervitriol; disse forhaabninger har dog vist sig at være adskillig overdrevne.

I de senere decennier, og da navnlig i de sidste 5—10 aar, har kobber faaet en meget vigtig anvendelse paa et nyt territorium, nemlig paa *elektricitetens* omraade; dette spiller nu, saavel for kobberkonjunkturerne som for udviklingen af den hele elektroteknik, en saa fremskudt rolle, at vi i det følgende vil ofre det et særskilt afsnit, „*Kobberets anvendelse i elektricitetens tjeneste.*“

---

Konsumtionen af kobber har i det hele og store holdt temmelig nøie skridt med produktionen, idet de paa markedet hvilende beholdninger i regelen kun har beløbet sig til  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$  af den samtidig stedfindende aarsproduktion; kun under den store overproduktionstid i begyndelsen af 1880-aarene (ca. 1882

—84), da de nordamerikanske gruber begyndte med rigtig kolos-produktion, og under det „franske syndikats“ herredømme i slutten af 1880-aarene (1888—89) har beholdningerne gaaet op til antagelig  $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$  af et helt aars produktion.

I de grove drag repræsenterer følgende tabellen over produktionen ogsaa temmelig nøie konsumtionen; vil man være rigtig samvittighedsfuld, kan man udtrykke det saaledes, at konsumtionen tilnærmelsesvis beløber sig til samme høide som foregaaende aars produktion.

Efterfølgende tabel giver et i alle fald i de grove drag træffende billede af den hurtighed, med hvilken konsumtionen af kobber har voxet.

	Aarlige konsumtion af kobber	Konsumtionens forøgelse med 25.000 tons kobber har krævet antal aar
1840	50.000 tons	
1856	75.000 —	16 aar
1866	100.000 —	10 ”
1875	125.000 —	9 ”
1880	150.000 —	5 ”
1883	175.000 —	3 ”
1885	200.000 —	2 ”
1887	225.000 —	2 ”
1888 el. 1889	250.000 —	$1\frac{1}{2}$ —2 ”
1889 el. 1890	275.000 —	$1\frac{1}{2}$ —2 ”
1892 el. 1893	300.000 —	$1\frac{1}{2}$ —2 ”
1893 el. 1894	325.000 —	1— $1\frac{1}{2}$ ”

Ved midten af aarhundredet medgik der altsaa ikke mindre end 10—15 aar for at faa konsumtionen af kobber forøget mnd 25.000 tons; i den senere tid derimod ikke engang saa meget som 2 aar, kun i middel omkring  $1\frac{1}{2}$  aar. Og specielt vil vi betone, at overgangen fra konsumtion 200.000 tons til konsumtion 325.000 tons ikke har udkrævet mere end 7—9 aar, nemlig fra 1885 eller 1886 til omkring 1893 eller 1894.



I henhold til disse kjendsgjæringer maa vi kunne gaa ud fra, at i de nærmest følgende aar vil konsumtionen af kobber øges med omkring eller henimod 25.000 tons for hvert enkelt aar; allerede inden slutten af aarhundredet skulde vi altsaa være kommet op i aarskonsumtion omkring eller kanske endog lidt over 400.000 tons.

Ogsaa en oversigt over den „geometriske“ række for produktionen — og dermed i det hele og store ogsaa for konsumtionen — af kobber kan afgive en ikke ringe interesse; vi skal derfor sammenstille en tabel over, hvor lang tid der har medgaaet til forøgelse af produktionen til det dobbelte:

Aar	Produktion	Aar	Dobbelte produktion	Forøgelsen af produktionen til det dobbelte har krævet antal aar
1840	50.000 tons	1864	100.000 tons	24 aar
1845	55.000 —	1870	110.000 —	25 „
1850	65.000 —	1876	130.000 —	26 „
1855	72.500 —	1878	145.000 —	23 „
1860	90.000 —	1882	182.000 —	22 „
1865	105.000 —	1884	220.000 —	20 „
		1886	218.000 —	21 „
1870	110.000 —	1887	224.000 —	16 „
1875	125.000 —	1888	258.000 —	13 „
1879	152.000 —	1892	311.000 —	13 „
1880	154.000 —	1893	304.000 —	13 „

*Forøgelse til det dobbelte af produktionen — og dermed ogsaa af konsumtionen — medtog altsaa i perioden 1840 til 1880 med rundt tal 25 aar; i perioden 1860 til 1885 à 1890 20 aar; og i perioden 1875 til 1895 kun med rundt tal 15 aar.*

*Dersom det skulde fortsætte paa denne maade, maatte konsumtionen i aar 1900 beløbe sig til med rundt tal 450.000 tons og i aar 1910 med rundt tal 600.000 tons.*

For flere landes vedkommende — og da særlig for de Forenede Stater, hvis bergverks- og metal-statistik er mere detailleret og bedre bearbejdet, end tilfældet er for noget andet land — foreligger for de senere tider nogenlunde paa-lidelige opgaver over det aarlige forbrug af kobber. Fremgangsmåden ved denne beregning, hvis detaljer findes gjengivet i „Mineral Industry“, har bestaaet i, at man først har adderet den indenlandske produktion af metallisk kobber og importen af kobber, hvorfra er subtraheret exporten; videre har man taget hensyn til de paa markedet hvilende beholdninger ved aarets begyndelse og slut samt til import og export af kobberholdige produkter, som messing, bronce og kobbervitriol.

Ifølge denne beregningsmåde skulde forbruget i de *Forenede Stater* have beløbet sig til:

Forbrug af kobber i de Forenede Stater.

		Aarligt forbrug (m. tons)	Millioner indvaanere	Forbrug af kobber pr. hoved
	1850	6.100 tons	23.2 mill.	0.26 kg.
	1860	6.500 —	31.4 —	0.21 „
	1870	11.200 —	38.6 —	0.29 „
	1880	24.000 —	50.2 —	0.48 „
Middel af 1884—86	1885	42.000 —	56.0 —	0.75 „
Middel af 1887—89	1888	69.000 —	61.5 —	1.12 „
Middel af 1891—93	1892	88.000 —	65.0 —	1.35 „

For *Storbritannien og Irland* foreligger for det første, for perioden 1889—93, en ganske detailleret beregning, foretaget af „Frankfurter Metallgesellschaft“, over forbruget af kobber, baseret paa produktion plus import og minus export af kobber, hvorhos ogsaa er taget hensyn til beholdningernes størrelse

samt til export og import af messing og bronze; derimod manglede tildels opgave over exporteret kobbervitriol samt over exporten af diverse kobberholdige forbrugsgjenstande, som er angivne efter værdi og ikke efter vægt; af denne grund er totalresultatet af denne beregning, som vi her gengiver i første kolonne, bleven omkring 5 å 6000 tons for høit. Videre gengiver vi, i anden kolonne, opgave helt fra 1879 over produktion plus import, men minus export af kobber.

Forbrug af kobber i Storbritannien  
og Irland.

	Forbrug af kobber, ifølge Frankf. selsk. (NB. lidt for høit)	Produktion + im- port ÷ export	Middel
1879		30.774 eng. tons	
1880		32.879 ———	
1881		31.607 ———	35.700 eng. tons
1882		42.877 ———	
1883		40.469 ———	
1884		51 263 ———	
1885		54.323 ———	48.500 ———
1886		41.158 ———	
1887		53.096 ———	
1888		42.562 ———	
1889	64.410 m. tons	65.759 ———	62.070 ———
1890	66.278 ———	66.170 ———	
1891	61.694 ———	59.223 ———	
1892	51.006 ———	52.368 ———	
1893	71.697 ———	66.817 ———	

I henhold til disse opgaver skulde det *virkelig stedfundne indenlandske forbrug af kobber* (exporteret kobbervitriol osv. fra-regnet) i Storbritannien og Irland for perioden 1889—93 kunne anslaaes til gennemsnitlig aarlig *57.000 tons*; folkemængden beløb sig samtidig til 38 mill.; *pr. hoved* blev altsaa forbrugt *1.5 kg kobber*.

For *Tysklands* vedkommende foreligger, fra „Frankfurter Metallgesellschaft“, en tilsvarende detailleret beregning, hvor ogsaa er taget hensyn til produktion, import og export af kobbervitriol (der er omregnet til indhold af metallisk kobber).

Forbrug af kobber i Tyskland.

(m. tons)	Virkeligt forbrug af kobber	Produktion + im- port ÷ export	Middel
1881		19.575 tons	} 21.123 tons
1882		20.394 —	
1883		23.399 —	
1884		25.026 —	
1885		27.390 —	} 25.833 —
1886		24.717 —	
1887		27.465 —	
1888		24.569 —	
1889	42.511 tons	46.668 —	} 51.346 —
1890	41.566 —	47.407 —	
1891	43.690 —	52.027 —	
1892	42.325 —	50.681 —	
1893	45.023 —	54.949 —	

Middel 43.023 tons

Tysklands folkemængde var samtidig 49.4 mill.; *forbruget pr. hoved altsaa 0.87 kg.*

Paa tilsvarende maade er for *Østerrige og Ungarn*, med 41 mill. indvaanere, for 1889—93 beregnet et gennemsnitligt aarligt forbrug stort temmelig noiagtig *11.000 tons*; pr. hoved altsaa *0.27 kg.*

Vedrørende disse opgaver vil vi først fæste opmærksomheden ved den overordentlige store hurtighed, med hvilken forbruget af kobber har udviklet sig i de allersidste aar, navnlig i de *Forenede Stater* og i *Tyskland*; *det indenlandske forbrug af kobber er i disse to lande, hvor elektriciteten i særlig stærk*



*grad er bleven taget i det daglige livs tjeneste, bleven fordoblet i løbet af de sidste 10 aar, i de Forenede Stater kanske endog kun i løbet af 7—8 aar, medens vi for den hele verden ovenfor har godtgjort, at fordoblingen af forbruget udkrævede 13—15 aar.*

Videre vil vi fremhæve, at de tre lande, de Forenede Stater, Storbritannien med Irland og Tyskland — med tilsammen 152 mill. indvaanere — i perioden 1889—93 tilsammen lagde beslag paa ikke mindre end omkring 188.000 tons kobber aarlig; altsaa næsten  $\frac{2}{3}$  (nøiagtig 65 %) af den daværende samlede kobberkonsumtion; resten, nemlig med rundt tal 100.000 tons, medgik til den øvrige verden.

Inden en vistnok ikke særdeles lang fremtid vil forbruget get af kobber pr. hoved i de Forenede stater (nu 1.35 kg.) og i England (nu 1.5 kg.) utvilsomt være steget til 2 kg.;

forbruget pr. hoved i Tyskland (nu 0.87), Schweiz og Belgien vil naa samme høide som nu i de Forenede Stater og England (middel 1.4 kg.);

forbruget i Norge, Sverige, Danmark, Finland, Holland og Frankrige samme høide som nu i Tyskland (0.87 kg.);

forbruget i Østerige og Ungarn, Spanien, Portugal, Italien og Rumænien halvparten af samme høide som nu i Tyskland (altsaa med rundt tal 0.5 kg. pr. hoved);

under disse betingelser vil totalforbruget af kobber i samtlige ovennævnte lande, idet vi lægger den nuværende folkemængde til grund for beregningen, naa en høide af 385.000 tons. Hertil kommer forbruget i Rusland, Tyrkiet, Grækenland, videre i hele Asien, Afrika, Australien, Syd- og Central-Amerika samt engelsk Nordamerika, i hvilke lande totalforbruget af kobber allerede nu kan anslaaes til ikke under 25.000 tons; giver i sum mindst 410.000 tons.

*Ogsaa denne betragtningsmaade godtgjør altsaa, at det neppe vil vare mange aar, før forbruget af kobber har oversteget 400.000 tons.*

---

### Kobberets anvendelse i elektricitetens tjeneste

betinges af dets *høje ledningsevne for elektricitet*, i forbindelse med dets styrke (mod afslidning), dets holdbarhed i luften og dets prisbillighed.

Til oplysning om ledningsevnen hidsættes følgende oversigt, som er hentet fra *Landolt og Børnsteins* fysikalsk-chemiske tabeller (1894):

Kviksølvets ledningsevne sat som enhed (= 1); opgaverne, hvor ikke anderledes anmærket, gjældende for 0°.

	Ledningsevne
Sølv . . . . .	62.1—63.8
Kobber, ifølge forskellige bestemmelser	{ haardt 52.207
	{ blødt 54.257
	55.86
	56.447
Guld . . . . .	43.8—46.3
Aluminium . . . . .	{ ved 20° 30.71
	{ ved 0° 30.86
	{ ved 0° 30.726
Magnesium . . . . .	18.9—22.6
Zink . . . . .	15.5—16.9
Cadmium . . . . .	13.5—14
Tin . . . . .	8.2—9.9
Jern {	chemisk rent . . . . . 7.86—9.68
	smedejern, blødt . . . . . 7.6—7.7
	puddelstaal . . . . . 6.8
	staal, blødt . . . . . 5—6.5
	staal, haardt . . . . . 2—5
Nikkel . . . . .	7.3—8.3
Platin . . . . .	5.6—8.2
Bly . . . . .	4.8—5.1
Arsen . . . . .	2.7
Antimon . . . . .	2—2.5
Kviksølv, ved 0° . . . . .	1.000
Vismuth . . . . .	0.8—0.7

Næst efter sølv er kobber det metal, som udmærker sig ved den største elektriske ledningsevne (reduceret til tværsnit eller volumenhed).

Ligesom tilfældet er for metaller i sin almindelighed, nedsættes ogsaa for kobber den elektriske ledningsevne i betydelig grad, naar metallet legeres med andre elementer; herom henvises til følgende, ligeledes fra Landolt og Børnsteins arbejde hentedede tabel:

	Ledningsevne
Kobber, rent . . . . .	55.8—56.4
Siliciumbronce (sammensætning ikke opgivet) .	38.5
Fosforbronce { af forskjellig . . . . .	16.5—20.2
{ sammensætning, ved 18° . . . .	10.5—12.9
{ rød, o: kobberrig. . . . .	14.7
Messing { med 70.2 % Cu, 29.8 % Zn . . . .	13.5—13.8
{ gul, o: zinkrig . . . . .	11.8
Aluminiummessing (messing med 0.25—1 % Al)	11.8—12.7
Nysølv . . . . .	3.5—5.5
Nickelin . . . . .	2.1—2.8
Mangankobber (70 Cu, 30 Mn). . . . .	0.94

Videre aftrykker vi ogsaa en tabel efter Matthiessen og Holzmann (se Wiedemanns lærebog i Elektricitet, B. 1):

	Ledningsevne ved 19° C. Kvik- sølvets ledning ved 0° = 1.
Kobber, kemisk rent . . . . .	56.21
— smeltet i luften . . . . .	44.28
— smeltet med kul, holdende 0.05 % C	45.24
— do. - rødt fosfor, — 0.13 % P	40.86
— do. - ” ” , — 2.50 % P	4.37
— do. - arsen, holdende spor As . .	34.90
— do. - ” , — 5.40 % As	3.73
— do. - zink, — spor Zn . .	50.15

Kobber, smeltet med zink, holdende 3 20 % Zn	34.41
— do. — jern, — 0.48 % Fe	20.87
— do. — do. — 1.06 % Fe	16.27
— do. — tin, — 1.33 % Sn	29.30
— do. — do. — 4.90 % Sn	11.76
— do. — sølv, — 1.22 % Ag	52.48
— do. — do. — 2.45 % Ag	47.93

Det fremgaar heraf, at selv en ganske liden tilsats af fremmede bestanddele, som tin, zink, jern, nikkel, mangan, arsen, fosfor, osv., ja endog sølv, fremkalder en temmelig betydelig reduktion i ledningsevne. Ogsaa silicium virker i samme retning til nedsætning af ledningsevnen, dog neppe fuldt saa stærkt som tilsvarende tilblanding af de fleste øvrige elementer.

En ganske liden tilsats af silicium — ligesom ogsaa af fosfor og aluminium<sup>1)</sup> — øger i meget væsentlig grad kobberets styrke (afslidningsgrænse); hvor man derfor har at tage hensyn ikke alene til ledningsevnen, men ogsaa til ledningstraadens styrke, foretrækker man *siliciumkobber*<sup>2)</sup> — eventuelt fosforkobber eller aluminiumkobber — fremfor det kemisk rene kobber.

*Jo højere siliciumgehalt er, des mere nedsættes ledningsevnen, men des stærkere blir traaden.* Alt efter de givne betingelser i hvert enkelt tilfælde kan man altsaa vælge ledningstraad med noget mindre elektrisk modstand (ohm), men til gjengjæld ogsaa noget mindre styrke, eller traad med noget større modstand og samtidig ogsaa noget større styrke.

<sup>1)</sup> Noget af silicium-, fosfor- eller aluminium-gehalt medgaar til spaltning af det i smeltet kobberbad forhaandenværende kobberoxydul, saa der resulterer oxydfrit metal; den overskydende mængde silicium osv. indgaar i legeringstilstand med kobberet.

<sup>2)</sup> I daglig tale benævnes dette ofte *siliciumbronze*, hvad dog forsaa vidt er vildledende, som metallet ikke indeholder noget — eller i alle fald kun en ren bagatel — tin.

Det i handelen gaaende siliciumkobber holder vistnok gennemgaaende kun en ganske lav siliciumgehalt, antagelig oftest under 0.5—1% og vist sjelden saa meget som 1.5—2%. — Ved saa meget som 6% silicium blir kobberet sprødt, og ved 8% silicium kan metallet endog pulveriseres.



For at give nogen orientation over denne proportion mellem ledningstraadenes elektriske modstand (beregnet i antal ohm pr. kilometer traadlængde) og afslidningsgrænse skal vi hidsætte nogle opgaver over undersøgelser, som er udførte ved Kristiania telefonselskab, og som af bestyreren af dette selskabs tekniske afdeling, ingeniør *Iversen*, velvillig er stillet mig til disposition. Til sammenligning indskydes, at modstanden for chemisk rent kobber, ved traad af 1 km længde og 1 mm<sup>2</sup> tversnit, beløber sig til 16.3 ohm (ved 15° C.).

Modstand pr. kilom. traad (ved ca. 15° C.) og afslidningsgrænse, reduceret til traadens virkelige tversnit (altsaa ikke til mm<sup>2</sup>), ved telefontraad af *siliciumkobber* (haardtrukken):

	Traadens diameter.	Ohm pr. km. traad.	Afslidningsgrænse.
Traad af diameter ca. 1.25 mm	1.24 mm	13 ohm	51.3 kg.
	1.25 "	24 "	91 "
	1.25 "	26 "	92—96 "
	1.25 "	34.5 "	90—97 "
	1.25 "	37 "	92 "
Traad af diameter ca. 2.00 mm	2.00 "	5.0 "	144 "
	2.02 "	5.4 "	155 "
	2.03 "	7.0 "	191—192 "
	1.99 "	7.2 "	153 "
	2.00 "	7.6 "	200 "
	2.15 "		245 "

Hvor der — saaledes som tilfældet er ved selve maskindelenene og ledningstraadene inde i selve dynamoerne, ved underjordiske ledninger, ved elektriske lysanlæg, videre ved hovedledninger ved elektrisk kraftoverføring paa store længder o. s. v. — kun spørges om maximum af ledningsevne, og hvor hensynet til styrke kun spiller en rent underordnet rolle, vælges altid chemisk rent kobber (altsaa ikke silicium- eller fosforkobber), nu gjerne elektrolytkobber; godt raffinadkobber er dog ogsaa hertil tjenligt. Man pleier gjerne at stipulere som betingelse, at modstanden pr. km. traad, reduceret til tversnit

1 mm<sup>2</sup> — hvilken modstand for chemisk rent kobber beløber sig til 16.3 ohm (ved 15° C.) — ikke maa overstige 17 ohm; det gjængse i handel gaaende prima raffinadkobber viser oftest 16.7—16.8 ohm.

Hvor man derimod har at tage kombineret hensyn baade til ledningsevnen og til styrken — som f. ex. ved telefonledninger inde i store byer, hvor der ofte handles om store spænd (afstand mellem bærestolperne), og hvor stolperne ikke maa belastes med mere end en given vægt af traad — foretrækker man siliciumkobber (eller muligens kobber med ganske lav fosfor- eller aluminium-gehalt) fremfor det chemisk rene kobber. Og hvor endelig, saaledes som f. ex. ved telegraftraad, det ikke er af saa særdeles væsentlig betydning, om modstanden blir noget større, og hvor samtidig hensynet til prisbillighed spiller en betydelig rolle, kan man indskrænke sig til at benytte traad af jern (galvaniseret for at forebygge rustning).

Exempelvis kan nævnes, at ved Kristiania telefonselskab benyttes inde i byen hovedsagelig eller udelukkende ledningstraad af siliciumkobber af diameter 1.25 mm (med stor holdfasthed, altsaa forholdsvis høi siliciumgehalt, men folgelig ogsaa med forholdsvis lav ledningsevne); ved langlinjer udenfor byen benyttes oftest fremdeles siliciumkobber, i traad af 2 mm's diameter (med mindre styrke, men større ledningsevne); kun i meget veirhaarde strøg anvendes 3 mm's galvaniseret jerntraad; og endelig til abonnentledninger i landdistrikterne 2 mm's galvaniseret staaltraad.

Ved rigstelefonen mellem Kristiania og Stockholm benyttes haardtrukken kobbertraad (uden silicium, med maximum af ledningsevne), af diameter 3.3—3.4 mm.

For at man kan faa en forestilling om, at der inden de forskjellige elektrotekniske brancher konsumeres ganske forbausende store kvantiteter af kobber, skal vi hidstille et par statistiske opgaver, fra Kristiania by.

Ved *Kristiania telefonselskab*, som for tiden tæller 3600 abonnenter, medgaar for hver abonnent i middel 900 m ledningstraad, nemlig 1.25 mm's siliciumkobber-traad, af vægt 10.93 kg. pr. løbende km.; i sum har man altsaa ikke mindre end med rundt tal 3,250 km. ledningstraad, af vægt temmelig noiagtig 35 tons kobber (ifølge meddelelse af ing. *Iversen*).

Ved *Kristiania elektricitetsverk* (næsten udelukkende til elektrisk lys), hvis maskiner maximalt giver 1.590 og normalt 1.200 indikerte hestekræfter, eller normalt 7.200 effektive hektowatt (à 100 voltampère), under en spænding af 240 volt, er konsumeret:

Vægt af kobber . . .	{ i hovedledningerne . . .	27.16 tons
	{ i fordelingsledningerne . .	22.12 -
		<hr/> Sum 49.28 tons

Hertil kommer en del kobber i dynamoerne o. s. v., saa totalforbruget vistnok med rundt tal kan anslaaes til *55 tons kobber*.

Pr. hektowatt medgaar i ledningerne 6.09 kg. kobber (ifølge meddelelse af bestyreren, ingeniør *Norberg-Schultz*).

Hvorledes forbruget af kobber stiller sig ved *elektrisk kraftoverføring*, kan illustreres ved en beregning, som er opgjort af ingeniør *Norberg-Schultz* for den projekterede kraftoverføring fra Raanaas- og Fossumfossene til Kristiania. Disse to fosse skulde i sum, ved minimumsvandstand, give 10.000 hestekræfter; til ledningsmodstanden i de to ledninger, af længde resp. 37 og 40 km., vilde medgaa 30 % af energien; i Kristiania by skulde altsaa blive disponibel 7.000 hestekræfter. Til de to hovedledninger var beregnet resp. 200 og 230 tons kobber (chemisk rent kobber, med maximum af ledningsevne); sum 430 tons kobber. Hertil kommer grenledningerne i byen, hvilke rent skjønsmæssig kan anslaaes til henimod 400 tons. I alt skulde altsaa den projekterede kraftoverføring udkræve med rundt tal *800 tons kobber*.

Ved *Kristiania elektriske sporvei* er, ved samlet banelængde 5.8 km., benyttet 8 tons kobber til ledningstraad (ifølge meddelelse af bestyreren, direktør *Fenger-Krog*).

Ved *Skiens elektrolytiske fabrik* (forsøgsfabrik), til fremstilling af ætsnatron og klor, til klorkalk, er, ved 175 elektriske hestekræfter, benyttet ledningstraad af metallisk kobber til værdi kr. 8.000 (vægt omkring 8 tons).

Altsaa i oversigt:

Forbrug af kobber ved

Kristiania telefonselskab . . . . .	35 tons
Kristiania elektricitetsverk . . . . .	55 -
Kristiania elektriske sporvei . . . . .	8 -
(Projekteret kraftoverføring til Kristiania . . . . .)	800 - )

Disse tal godtgjør evident, hvilket kolossalt forbrug af kobber der for tiden maa medgaa inden de mange elektrotekniske brancher.

Nærmere statistiske oplysninger herom vil man antagelig inden nogle ganske faa maaneder kunne finde i en omfattende tysk statistisk studie, som nu er under udarbeidelse, over totalforbruget af kobber inden elektricitetens omraade.

Det har gjentagende i de senere aar været berørt, at kobber inden elektricitetens gebet muligens i tidernes løb vil kunne blive erstattet ved *aluminium*; det kan derfor være af nogen interesse at belyse denne mulighed ved at fremlægge de vigtigste faktorer, som er bestemmende for konkurrancen.

Aluminiumets ledningsevne forholder sig til kobberets som 30:54 eller som 55.5:100; i praxis vil der dog vel neppe blive tale om at anvende aldeles kemisk rent aluminium, men aluminium legeret med et eller andet metal (nærmest kobber), til øgelse af styrken; en saadan legering vil vise adskillig reduceret ledningsevne, saa vi i korthed kan regne, at ledningsevnen for en eventuel aluminiumtraad vil beløbe sig til *halvparten* af, hvad tilfældet er for rent kobber eller siliciumkobber med ganske lav siliciumgehalt.

Aluminiumets store fordel er — her som ellers — dets lave specifikke vægt; *ledningsevnen afhænger af tversnittet, altsaa volumet, — prisen* derimod af *vægten*.

Aluminiums specifikke vægt er 2.6, — kobberets (i valset eller hamret tilstand) 8.9; kobber er altsaa 3.5 gange saa tungt, medens ledningsevnen pr. volum kun er dobbelt saa stor.

*Reduceret til traad af samme vægt leder altsaa aluminium 1.75 gange saa godt som kobber* (ligeledes reduceret til traad af samme vægt leder magnesium 1.85 gange saa godt som kobber).

Prisen paa kobber og aluminium stiller sig for tiden saaledes, at medens middelpriisen for kobber i de senere aar kan sættes til 70—80 øre pr. kg., er aluminium nu i den aller sidste tid gaaet ned til omkring 3—3.50 kr. pr. kg.; aluminium er altsaa nu kun med rundt tal 4 gange saa kostbart som kobber.



Naar man kun tager hensyn til *ledningsevne*, reduceret til *vægt*, og til *pris*, har saaledes kobber for tiden et forsprang fremfor aluminium i forhold 2—2.5 til 1.

Dette medfører selvfølgelig, at der for tiden ikke kan være tale om, at aluminium kan faa nogen anvendelse inden elektrotekniken. Spørgsmaalet om nogen konkurrence vil først blive af aktuel interesse, naar prisen paa aluminium er reduceret til i høiden det 1.75-dobbelte af kobberprisen (ex. pris pr. kg. kobber kr. 0.75 og pr. kg. aluminium kr. 1.35).

Det vil dog vistnok vare adskillige aar, inden man med fordel vil kunne producere aluminium til saa lav pris. Men selv om prisen paa aluminium blir under det 1.75-dobbelte af kobberprisen, er dermed ikke givet, at aluminium vil faa noget nævneværdigt indpas inden elektrotekniken. Man spørger nemlig her ikke alene om forholdet mellem ledningsevne og pris, men ogsaa om afslidningsstyrke med elasticitetsgrænse og om holdbarhed i luft og vand, hvortil kommer, at det jævnlig er af stor fordel, at ledningerne indtager mindst mulig plads (volum). Paa sidstnævnte omraade har kobber en meget væsentlig overvægt; ligeledes ogsaa med hensyn til holdbarheden, idet aluminiumtraad strax belægges sig med et overdrag af oxyd, som vistnok delvis beskytter den indre metalliske streng, men som reducerer det effektive tværsnit; og i alle fald med hensyn til elasticitetsgrænse har kobber, med siliciumkobber, antagelig ikke saa ganske uvæsentligt forsprang fremfor aluminiumtraad.

Nogen effektiv konkurrence med aluminium vil saaledes neppe befrygtes, før aluminium er bleven ligesaa billig eller næsten ligesaa billig som kobber (regnet pr. vægt).

En saa stærk reduktion i aluminiumprisen tilhører dog sandsynligvis en saa fjern fremtid, at det neppe er sandsynligt, at den nuværende generation kommer til at opleve, at aluminium faar nogen betydning inden elektrotekniken.

*Kobber er elektricitetens metal; — elektriciteten tilhører fremtiden; — kobber er følgelig fremtidens metal*, selv om det muligens i en fjern fremtid paa elektricitetens omraade til en vis grad vil blive erstattet ved aluminium (eller magnesium?).

---

Progressen i forbruget af kobber sammenlignet med progressen i forbruget af nogle øvrige vigtige tekniske forbrugsgjenstande, som kul, jern, bly, zink og tin.

Efterfølgende tabel over verdens totale aarlige produktion af kul, jern, bly, zink o. s. v. er sammenstillet efter følgende kilder:

Eor *kobber* efter *Mertons* tabel for 1879—1893 og for de tidligere aar efter min egen ovenfor gjengivne summation.

For *bly* for 1884—1893 ligeledes efter *Mertons* tabel; for 1875 og 1880 efter tilfældige ældre opgaver.

For *zink* for 1880—1893 ligeledes ifølge *Mertons* tabel. For aarene 1860—1875 ifølge en liden ved Antwerpener-udstillingen 1885 distribueret brochure, af *de Sinçay*, om den belgiske zinkindustri, hvilken brochure bl. a. indeholder detailleret statistik for 1860—82 over de europæiske zinkverk, der tidligere leverede mindst de ni tiendedele af hele verdens zinkproduktion. Hertil har jeg for aarene 1870 (1871) og 1875 adderet den nordamerikanske zinkproduktion, som i alle fald saa langt tilbage som i 1871 var en ren bagatel; ved samme fremgangsmaade for 1880 og 1882 fremgaar omtrent samme tal som de af *Merton* for disse aar opførte. Saavidt vides, var zinkproduktionen udenfor Europa i 1860 og 1865 saa ubetydelig, at den kan sættes ud af betragtning.

Tabellen for *tin* er gjengivet efter en af firma *W. T. Sargart & Sons*, London, opgjort statistik, der igjen er revideret af Frankfurter-selskabet.

For *jern (rujern)* for perioden 1865—1892 efter detailleret statistik, som jeg selv delvis har holdt à jour for 1893, i „*Mineral Industry*“, II, 1893; for aarene 1800 og 1850 efter prof. *H. Weddings* statistik i „*Stahl und Eisen*“, 1890, II. — Disse to statistiker, som begge gjælder metriske tons, stemmer ganske godt overens:

Verdens rujernproduktion.

	Efter <i>Wedding</i> .	Efter „ <i>Min. Ind.</i> “
1870. . . . .	12.31 mill. tons	12.26 mill. tons
1880. . . . .	18.38 ———	18.55 ———
1887. . . . .	22.17 ———	22.98 ———
1888. . . . .	23.55 ———	24.02 ———
1889. . . . .	24.87 ———	26.03 ———

Vi kan følgelig benytte den amerikanske statistik til dermed at udfylde og komplettere den tyske.

For *kul* for aarene 1864—1892 efter detailleret statistik, som jeg selv delvis har kompletteret for 1893, i „*Min. Ind.*“, II, 1893. For aarene 1850 til 1864 foreligger sammesteds opgave over kulproduktionen i England med Skotland og Irland, Tyskland, Frankrige, Østerrige-Ungarn, Belgien, Canada og Ny-Syd-Wales, hvilke lande i 1850 producerede 71.24, i 1860 122.36 og i 1864 148.66 mill. tons, — i 1864 altsaa 85.5 % af

den totale kulproduktion. Gaar vi ud fra samme proportion ogsaa for 1850 og 1860, skulde kulproduktionen i den hele verden i disse to aar have beløbet sig til resp. 83 og 143 mill. tons.

Verdens totale produktion af  
*kobber, bly, zink, tin, jern (røjern) og kul.*

(Tons).	<i>Kobber</i> (eng. tons).	<i>Bly</i> (m. tons).	<i>Zink</i> (m. tons).	<i>Tin</i> (m. tons)	<i>Jern</i> (m. tons).	<i>Kul</i> (m. tons).
1800 . .					0.825 mill.	
1840 . .	50.000					
1845 . .	55.000					
1850 . .	65.000				4.75 mill.	(83 mill.)
1855 . .	72.500					
1860 . .	90.000		(98.000)			(143 mill.)
1864 . .						173.8 mill.
1865 . .	105.000		(109.000)		9.1 mill.	182.1
1870 . .	110.000		140.000		12.3	217.8
1872 . .					14.9	261.3
1875 . .	125.000	(330.000)	163.000		14.1	285.3
1879 . .	152.000				14.4	310.8
1880 . .	154.000	(400.000)	237.000		18.5	339.4
1881 . .	163.000		264.000		20.0	364.8
1882 . .	182.000		277.000		21.5	383.3
1883 . .	199.000		285.000		21.7	408.6
1884 . .	220.000	459.000	299.000	45.100	20.1	409.0
1885 . .	226.000	452.000	300.000	44.800	19.8	412.8
1886 . .	217.000	445.000	299.000	46.800	20.8	414.2
1887 . .	224.000	483.000	307.000	52.300	21.7	442.2
1888 . .	258.000	526.000	323.000	53.000	24.0	474.0
1889 . .	261.000	550.000	335.000	55.400	26.0	482.8
1890 . .	270.000	542.000	349.000	56.700	27.6	513.1
1891 . .	279.000	601.000	362.000	60.800	25.9	535.1
1892 . .	311.000	631.000	373.000	66.400	26.9	543.6
1893 . .	304.000	630.000	378.000	69.800	(ca. 25)	(ca. 548)

Af oversigten over verdens totale produktion af kul, jern o. s. v. fremgaar, at for *jern* er produktionen — og dermed ogsaa konsumtionen — hidtil i dette aarhundrede bleven fordoblet ikke mindre end 5 gange (1800 0.825 mill.; ca. 1820 1.65 mill.; ca. 1840 3.3 mill.; ca. 1858 6.6 mill.; ca. 1871 13.2 mill.; ca. 1890 26.4 mill.); i den første halvdel af aarhundredet udkrævede fordoblingen af konsumtionen med rundt tal 20 aar; omkring og efter midten af aarhundredet (1850—1880) i middel 17 aar (15—20 aar); mod aarhundredets slutning synes derimod fordoblingen af konsumtionen af jern at ville kræve med rundt tal 25 aar.

Temmelig analogt forholder det sig ogsaa med *kul*; fordoblingen af konsumtionen her udkrævede 1850—1880 i middel 16 aar (1850 til 1863; 1860 til 1875; 1864 til 1880; 1869 til 1887 o. s. v.); mod slutten af aarhundredet derimod i middel 18—20 aar (1871 til 1888; 1872 til 1892; 1874 til 1894 o. s. v.).

Paa tilsvarende maade har fordoblingen af *zink* krævet tidligere, nemlig i perioden 1860—1885, med rundt tal kun 15 aar og i den senere tid 15—20 aar; og til fordoblingen af konsumtionen af *bly* og *tin* synes henholdsvis at skulle medgaa resp. 15 og 20 aar.

Til nærmere orientation over udviklingen af produktionen — og dermed i de store drag ogsaa af konsumtionen — af disse store tekniske forbrugsgjenstande, kul, jern, kobber, zink o. s. v., skal vi foretage en procentisk beregning for hver enkelt vare til de forskellige tider, idet vi som enhed (100 %) vælger den midlere aarsproduktion i femaaret 1889—1893;

altsaa som enhed:

Midlere produktion i 1889—93 sat som enhed, = 100 %.	{	for kobber . . . . .	285.000 eng. tons
		„ bly . . . . .	591.000 m. tons
		„ zink . . . . .	359.000 „ „
		„ tin . . . . .	61.800 „ „
		„ jern (rujern) . . .	26.3 mill. m. tons
		„ kul . . . . .	524.5 „ „ „



Verdens totale produktion af  
*kobber, bly, zink, tin, jern og kul*; den gennemsnitlige pro-  
 duktion i 1889—93 sat som enhed (100 %).

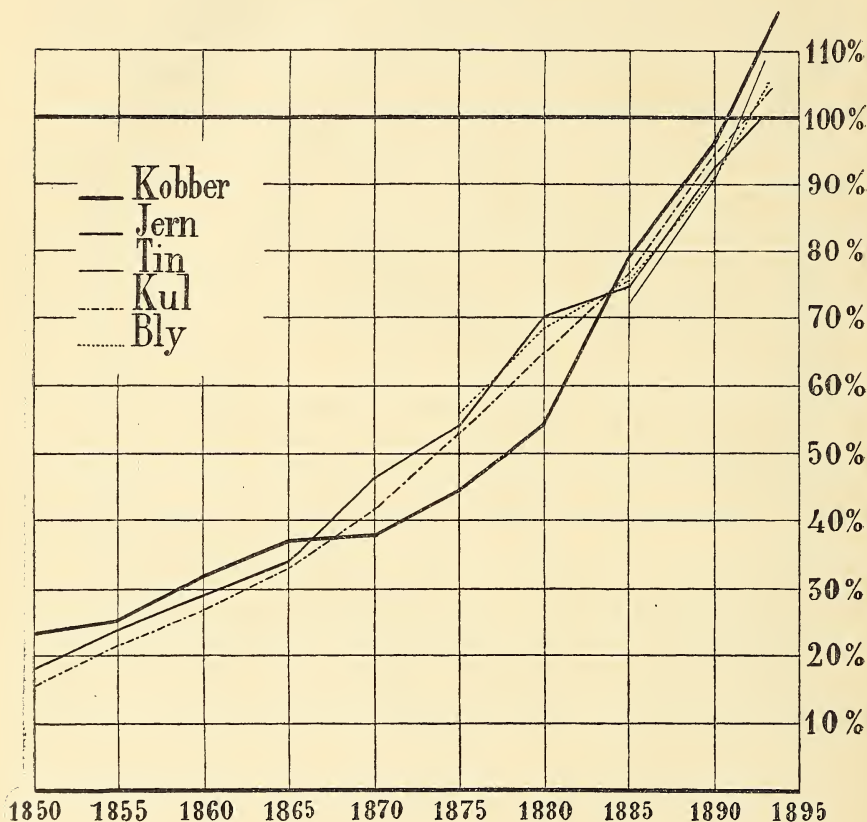
	Kobber.	Bly	Zink.	Tin.	Jern.	Kul.
1800 . . . . .					3.1 %	
1840 . . . . .	18 %					
1845 . . . . .	19 -					
1850 . . . . .	23 -				18 -	16 %
1855 . . . . .	25 -					
1860 . . . . .	31.5-		27 %			27 -
1865 . . . . .	37 -		30 -		35 -	35 -
1870 . . . . .	38 -		40 -		47 -	42 -
1875 . . . . .	44 -	56 %	45 -		54 -	54 -
1880 . . . . .	54 -	68 -	66 -		70 -	65 -
1885 . . . . .	79 -	77 -	84 -	72 %	74 -	79 -
1890 . . . . .	95 -	92 -	97 -	92 -	105 -	98 -
1891 . . . . .	98 -	102 -	101 -	98 -	99 -	102 -
1892 . . . . .	109 -	107 -	104 -	108 -	102 -	104 -
1893 . . . . .	107 -	107 -	105 -	113 -	95 -	105 -

Det fremgaar heraf, at produktionen — og dermed ogsaa konsumtionen — af hver enkelt af disse vigtige tekniske forbrugsgjenstande, som gennem aarhundreders nedarvede tradition har vundet fast fodfæste saavel i det daglige livs tjeneste som ogsaa inden storindustrien, i det hele og store har udviklet sig i temmelig nøiagtig indbyrdes samme proportion; man vil vistnok forbauses ved at iagttage, hvor nøie de forskellige kurver falder sammen.

Den mest fremtrædende forskjel for *kobberets* vedkommende bestaar i, at forbruget af dette metal siden begyndelsen af 1880-aarene har udviklet sig forholdsviis endnu hurtigere end forbruget af kul, jern og de øvrige metaller; aarsagen hertil kan kun være at søge i, at der i denne periode for kobber er kommet en ny, meget vigtig kunde paa markedet, — nemlig elektriciteten.

For at lette oversigten hidsættes ogsaa en grafisk tabel, illustrerende

*Verdens totale konsumtion<sup>1)</sup> af kobber, bly, jern, kul o. s. v.; den gennemsnitlige produktion i 1889—93 sat som enhed (100 %).*



<sup>1)</sup> Konsumtionen er her for de senere aars vedkommende sat lig middelet af den samtidig stedfindende produktion.

**Prisen paa kobber, navnlig om prisfaldet i de sidste  
30—40 aar.**

Kobber noteres paa Londoner-markedet i Pund Sterling (£) pr. eng. ton „Chili bars“ eller „G. M. B.“ (Good merchantile branch), videre i £ pr. eng. ton „best selected“; paa det amerikanske marked i cts. pr. eng. *tl.* (lbs.) „Lake-copper“ og „electrolytic“, hvilket sidste hovedsagelig stammer fra Montana-feltet.

For at give en oversigt over det indbyrdes værdiforhold mellem disse forskellige kvaliteter skal vi gengive et par dagsnoteringer:

		6/5 1893	4/11 1893	20/6 1894	29/12 1894
London £ pr. eng. ton	G. M. B. Best selected	45 — 45 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	42 £ 5 sh.	38 £ 5 sh.	41 £ 5 sh.
		48 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —49	45 à 45 £ 5 sh.	41 £ 10 à 15 sh.	44 à 44 £ 10 sh.
New-York cts. pr. lbs.	Lake-Copper Electrolytic	11 — 11 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	9 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> à 7/8	9—9 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	10
		10 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> à 3/4	9 <sup>3</sup> / <sub>8</sub> à 1/2	8 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> à 7/8	9 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>

1 eng. ton = 1016 kg.; 1 eng. eller amer. *tl.* (lbs.) = 0.4536 kg.; 1 £ = kr. 18—18.20; 1 dollar = 100 cts. = kr. 3.60—3.70. Omgjort efter kurs: 1 £ = kr. 18.15 og 1 dl. = kr. 3.65, ekvivalerer:

38 £ pr. eng. ton	=	679 kr. pr. m. ton	=	8.44 cts. pr. lbs.
40 „ - - -	=	714 „ - - -	=	8.9 „ - -
45 „ - - -	=	804 „ - - -	=	10 „ - -
50 „ - - -	=	893 „ - - -	=	11.1 „ - -

8 cts. pr. lbs.	=	644 kr. pr. m. ton	=	36 £ pr. eng. ton
9 „ - - -	=	724 „ - - -	=	40 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> „ - - -
10 „ - - -	=	805 „ - - -	=	45 „ - - -
11 „ - - -	=	885 „ - - -	=	49 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> „ - - -
12 „ - - -	=	966 „ - - -	=	54 „ - - -

\*

\*

\*

For at give en oversigt over de fluktuationer i prisen, som kobberet har været underkastet i indeværende aarhundrede

og i slutten og midten af forrige århundrede, skal vi begynde med at gjengive en tabel over den pris, som har været betalt for Røros-kobber eller andet norsk garkobber, i de enkelte aar helt siden begyndelsen af forrige århundrede. Videre medtager vi ogsaa en tabel over den pris, som i aarene fra 1780 til nutiden er bleven betalt for Mansfelder raffinad-kobber, hvilket kobber er af fortrinlig kvalitet og nærmest at sidestille med det engelske „best selected“; denne sidste tabel er for 1780—1880 hentet fra et af Mansfelder-verket udgivet arbeide „Der Kupferschieferbergbau und der Hüttenbetrieb zu Mansfeld und Sangerhausen“, 1881; for tiden efter 1880 er tabellen holdt à-jour efter opgaver i „Mineral Industry“, 1893.

*Prisen paa Røros- eller Meraker-kobber.* For 1718—1726 og 1738—1822 efter en „Tabel over bekostningerne og den derimod gevunden Gahr Kaaber ved Selboe Kaaberverk fra dets Første Optagelse Anno 1713“ (velvillig stillet mig til disposition af arkivar *Koren* i Trondhjem); for 1773—1787 desuden ifølge en tabel i *Hjort-Krags* Røros-beskrivelse, for Røros-garkobber solgt af de Angell'ske stiftelser i Trondhjem.

„Kaaber-Prisen med Tolden“, i rigsdaler pr. skippund<sup>1)</sup>  
garkobber, fra Selbo kobberverk (efter 1738 med  
hovedverk i Meraker).

1718	80	Rdlr.	1744	75	Rdlr.	1759	73	Rdlr.
1719	86	—	1745	74	—	1760	73	—
1720	74	—	1746	74	—	1761	73	—
1721	66	—	1747	74	—	1762	74 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	—
1722	68	—	1748	72	—	1763	80	—
1723	74	—	1749	70	—	1764	83	—
1724	80	—	1750	70	—	1765	80	—
1725	85	—	1751	75	—	1766	84	—
1726	87	—	1752	82	—	1767	82	—
1738	80	—	1753	79 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	—	1768	75	—
1739	80	—	1754	73	—	1769	73	—
1740	80	—	1755	73	—	1770	73	—
1741	75	—	1756	75	—	1771	73	—
1742	75	—	1757	75	—	1772	75	—
1743	75	—	1758	75	—			

\*) 1 Skø = 320 ø = 159.8 kg.; 1 ton = 6.26 Skø.



## Prisen paa garkobber.

	Meraker (Selbo).		Røros.
1773	75	Rdlr.	66 $\frac{1}{2}$ Rdlr.
1774	72	—	64 —
1775	69	—	62 $\frac{1}{2}$ —
1776	70	—	63 $\frac{1}{4}$ —
1777	70 $\frac{1}{6}$	—	64 $\frac{1}{6}$ —
1778	73	—	66 $\frac{1}{2}$ —
1779	74	—	67 $\frac{1}{2}$ —
1780	75	—	68 $\frac{1}{2}$ —
1781	71 $\frac{1}{2}$	—	69 —
1782	76	—	67 $\frac{1}{2}$ —
1783	76	—	68 —
1784	76	—	68 —
1785	76	—	68 —
1786	75	—	68 —
1787	75	—	68 —

Aarsagen til, at garkobberet fra Meraker (Selbo) gennemgaaende er opført til høiere pris end garkobberet fra Røros, er mig ikke bekjendt (muligens er grunden at søge deri, at for Meraker er tolden medregnet).

Saakaldet „Plat-Kobber“ fra Røros betaltes, ifølge *Hjort-Krags* tabel, i middel med 11—12 Rdlr. mere pr. skippund end garkobberet sammestedsfra.

## Prisen paa garkobber.

## Meraker (Selbo).

1788	75	Rdlr. pr. Sk $\ell$ .	1797	73	Rdlr. pr. Sk $\ell$ .
1789	72 $\frac{2}{3}$	— — —	1798	73	— — —
1790	72	— — —	1799	73	— — —
1791	72	— — —	1800	73	— — —
1792	72	— — —	1801	73	— — —
1793	80	— — —	1802	73	— — —
1794	75	— — —	1803	73	— — —
1795	75	— — —	1804	73	— — —
1796	73	— — —	1805	73	— — —

1806 og 1807	73 Rdlr. pr. Skt.	1810	73 Rdlr. pr. Skt.
1808	73 ———	1811	73 ———
1809	73 ———		
1812 og 1813	200	{	Rdlr. norsk værdi
1814 og 1815	1000		
1816 og 1817	70 Spd.	1820	80 —
1818	76 —	1821	80 —
1819	85 —	1822	90 —

Prisen paa garkobber, fra Røros; første kolonne, for 1828—69, efter opgave af *W. Carstens* i *Nyt mag. f. naturv.*, 1870, B. 17, s. 30; anden kolonne, for 1830—1844, efter *Hjort-Krags* Røros-beskrivelse, gjengivende gennemsnitspris for Røros garkobber solgt paa Trondhjems børs.

1828	80	Spd. pr. Skt.		
1829	80—84	———		
1830	80—83	———	85	Spd. 3 sk.
1831	77—80	———	80	" 82 "
1832	75	———	78	" 12 "
1833	69—73	———	74	" 67 "
1834	70	———	71	" 108 "
1835	65—67	———	69	" 26 "
1836	66—74	———	69	" 28 "
1837	68—69	———	70	" 30 "
1838	69	———	69	" 84 "
1839	66 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	———	68	" 9 "
1840	60	———	65	" 63 "
1841	60—62	———	60	" 72 "
1842	62—63	———	62	" 25 "
1843	60	———	62	" 31 "
1844	55—56 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	———	57	" 58 "
1845	54 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> —60	Spd. pr. Skt.	1853	74 Spd. pr. Skt.
1846	60 —62	———	1854	77 ———
1847	62 —65	———	1855	79 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> ———
1848	57 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	———	1856	79 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> ———
1849	56 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —59	———	1857	78 ———
1850	58	———	1858	70 ———
1851	59 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	———	1859	70 ———
1852	72*)	———	1860	66 ———

\*) I 1852 var priserne meget variable.

1861	62	Spd. pr. Skt.	1866	58	Spd.	pr. Skt.
1862	61 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	—:—	1867	53	Spd. 103 sk.	—
1863	64	—:—	1868	52	" 80 "	—
1864	63	—:—	1869	51 <sup>4</sup> / <sub>5</sub> —52	Spd.	—
1865	61	—:—				

Gjennemsnittspris ved de Angell'ske stiftelsers kobberauktioner i Trondhjem (efter velvillig meddelelse af forstander *J. Midelfart*).

1870	48	Spd. pr. Skt. garkobber.
1871	63	—:—
1872	64	—:—
1873	62	—:—
1874	59	—:—
1875	60	—:—
1876	53	—:—
1877	200	kr. pr. Skt. garkobber.
1878	181	—:—
1879	190	—:—
1880	190	—:—
1881	185	—:—
1882	1230	kr. pr. m. ton garkobber.
1883	1130	—:—
1884	960	—:—
1885	740	—:—
1886	730	—:—
1887	1300	—:—
1888	1300	—:—
1889	950	kr. pr. m. ton raffinadkobber.
1890	1100	—:—
1891	980	—:—
1892	830	—:—
1893	800	—:—
1894	725	—:—

*Midlere aarlig salgspris af Mansfelder raffinad, fra aar 1780; i Reichsmark pr. m. ton.*

1780	1580	Reichsmark.	1795	1450	Reichsmark.
1785	1520	—	1800	1650	—
1790	1320	—	1805	2570	—

1810	2780	Reichsmark.	1880	1420	Reichsmark.
1815	2090	—	1881	1406	—
1820	2000	—	1882	1468	—
1825	1740	—	1883	1413	—
1830	1840	—	1884	1256	—
1835	1860	—	1885	1065	—
1840	1850	—	1886	934	—
1845	1670	—	1887	(?)	—
1850	1700	—	1888	1600	—
1855	2210	—	1889	1185	—
1860	2060	—	1890	1298	—
1865	1850	—	1891	1195	—
1870	1490	—	1892	1074	—
1875	1820	—	1893	1016	—

Videre sammenstiller vi ogsaa en oversigt over de engelske og amerikanske „Standard“-noteringer, pr. eng. ton Chili bars og pr. lbs. Lake-copper. De tre første kolonner her, angivende høieste, laveste og midlere notering<sup>1)</sup> for aarene 1862—91, pr. Chili bars, er aftrykte efter et arbejde af *C. A. Hering* „Die Kupfererzeugung der Erde und ihre Quellen“ (Zeits. d. Vereins deutscher Ingenieure, Band 37, 1892); for 1892—94 er denne tabel kompletteret efter opgaver i „Mineral Industry“, II og i *Mertons* prislister. Fjerde og femte kolonne gjengiver midlere aarsnotering for Chili bars, ifølge opgave af „Frankfurter Metallgesellschaft“ (1879—93) og ifølge „Mineral Industry“ (1880—93). Og endelig finder vi i sjette kolonne en tabel, ligeledes efter „Mineral Industry“, over den gennemsnitlige aarsnotering for lbs. Lake-copper; en række detaillier vedrørende den amerikanske notering — minimum, maximum og middel — for de senere aar gjengiver vi ogsaa senere under omtale af de økonomiske vilkaar, under hvilke de store amerikanske kobberverk i de senere aar har arbeidet.

For at lette oversigten er Røros- og Mansfelder-noteringerne for tiden efter 1840 samt laveste, høieste og midlere notering for Chili bars siden 1862 gjengivet ved grafisk fremstilling, se den ledsagende planche. Videre sammenstiller vi en oversigt (se side 304) over kobberets midlere pris i 5-aarige perioder, for Mansfeld fra 1780, for Røros fra 1816 (Spd. og Sk $\ell$ . omregnet til kr. og m. ton) og for Chili bars fra 1860.

<sup>1)</sup> Minima og maxima repræsenterende noteringerne den første dag i hver maaned.



## Pris paa kobber, 1860—1894.

	£ pr. eng. ton Chili bars eller G. M. B.				Cts. pr. pund Lake- copper.	
	Laveste notering.	Høieste notering.	Midlere aars- notering.	Midlere aarsnotering.		
1860					22 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	
1861					19 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	
1862	84	91	87		25 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	
1863	81	90	85 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>		32 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	
1864	82	101	90 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>		(46 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> )	
1865	78	95	82 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>		36 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	
1866	72 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	95	82 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>		31 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	
1867	68 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	86 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	72 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>		25 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	
1868	67	77 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	71		23 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	
1869	66 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	73 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	69 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>		23 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	
1870	62 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	68 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	65 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>		20 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	
1871	63 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	76	67 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>		22 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	
1872	83 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	107 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	92 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>		33	
1873	80 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	91	85 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>		29	
1874	74	83 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	78 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>		23 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	
1875	79	87 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	82 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>		22 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	
1876	71 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	81 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	76 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>		21	
1877	65 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	76 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	70 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>		18 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	
1878	57 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	65 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	62 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>		16 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	
1879	53 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	66	58 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	58. 3. 9 <sup>1</sup> )	17 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	
1880	60	73 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	63 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	62.14. 7	62.10. 0	20 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>
1881	58 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	67	61 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	61.16. 9	61.10. 0	18 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>
1882	63 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	71	67	66.10. 5	66.17. 0	18 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
1883	59 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	65	63 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	62.17.11	63. 5.10	15 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>
1884	47 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	56 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	53 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	53.17. 6	54. 9. 1	13 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>
1885	39 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	48 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	44	43.11. 0	44. 0.10	11 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>
1886	39 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	42 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	40 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	40. 1. 8	40. 9. 3	11
1887	39 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	75 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	45 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	46. 0. 5	43.16.11	11 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>
1888	77 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	100	82 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	81.11. 3	79.19. 4	16 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>
1889	37 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	78	51 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	49.14. 8	49.10. 5	13 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>
1890	47	60 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	54 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	54. 5. 3	54. 5. 5	15 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>
1891	45 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	54	51 <sup>3</sup> / <sub>5</sub>	51. 9. 4	51. 9. 9	12 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>
1892	44 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	47 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	45 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	45.13. 2	45.12. 9	11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
1893	41 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	46 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	43 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	43.15. 6		10 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>
1894	38 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	41 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	40 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>			

1) 58 £ 3 sh. 9 d.

Kobberets gennemsnitspris, i 5-aarige  
perioder.

	Kr. pr. m. ton Røros- kobber.	Richsm. pr. m. ton Mans- felder raffinad.	£ pr. eng. ton Chili bars.	Anmærkningerne her gjæl- der midlere aarspris, ikke de enkelte dagsnoteringer.
1780—1785		1550 Rm.		
1786—1790		1390 "		
1791—1795		1360 "		1791 min. 1300 Rm.
1796—1800		1580 "		
1801—1805		1800 "		
1806—1810		2700 "		{ 1808 max. 2790 Rm. Franske krige.
1811—1815		2500 "		
1816—1820		2000 "		
1821—1825		1850 "		1825 min. 1740 Rm.
1826—1830		1820 "		
1831—1835	1800	1880 "		
1836—1840	1725	1900 "		
1841—1845	1480	1800 "	(80)	1845 min. 1670 Rm.
1846—1850	1490	1720 "	(75 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> )	1846 min. 1675 Rm.
1851—1855	1810	1910 "	(84 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> )	1851 min. 1690 Rm.
1856—1860	1820	2220 "	(97 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> )	{ 1856 & 57 max. 2350 Rm. Efter krimkrig.
1861—1865	1560	1930 "	86	{ Min. 1865 82 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> £. (Max. 1864 90 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> £. <sup>1</sup> )
1866—1870	1310	1620 "	73 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	{ Min. 1870 65 <sup>3</sup> / <sub>8</sub> £. (Max. 1866 82 <sup>7</sup> / <sub>8</sub> £.
1871—1875	1540	1780 "	81	{ Min. 1871 67 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> £. (Max. 1872 92 <sup>7</sup> / <sub>8</sub> £. <sup>2</sup> )
1876—1880	1215	1450 "	68 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	{ Min. 1879 58 <sup>7</sup> / <sub>8</sub> £. (Max. 1876 76 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> £.
1881—1885	1045	1320 "	58	{ Min. 1885 44 £. (Max. 1882 67 £.
1886—1890	1075	1195 "	54 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	{ Min. 1886 40 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> £. (Max. 1888 82 <sup>3</sup> / <sub>8</sub> £. <sup>3</sup> )
1891—1893	870	1095 "	46 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	Max. 1891 51 <sup>3</sup> / <sub>5</sub> £.
1894	725		40	

1) Amerikanske borgerkrig. 2) Efter tyske krig. 3) Franske syndikat.

I hele forrige aarhundrede var prisen paa kobber kun underkastet forholdsvis mindre fluktuationer, for norsk garkobber inden grænserne 62—65 og 85—87 Rdlr. for skippundet, med middel omkring 70 Rdlr. Og i slutten af forrige aarhundrede betaledes Mansfelder raffinad med i middel omkring kr. 1250 eller 1300 for m. ton. Under den langvarige krigsperiode i den første del af indeværende aarhundrede (1800—1815) steg kobberprisen paa det europæiske marked meget høit tilveirs, for Mansfelder raffinad til i middel kr. 1800—2300, med maximum kr. 2600; de norske kobberverk synes dog ikke fuldt ud at have faaet nyde godt af denne store prisforøgelse. — Da der igjen blev fredelige tilstande i Europa, sank prisen paa det europæiske marked, og holdt sig saa *fra 1815—20 helt op til omkring 1850 nogenlunde konstant*, for *Mansfelder raffinad ved kr. 1550—1700 pr. m. ton* og for Røros garkobber oftest ved 60—70 Spd. pr. Sktt. = 1500—1750 pr. m. ton.

Under de florisante konjunkturer under og umiddelbart efter Krimkrigen steg prisen paany voldsomt tilveirs, med maximum for Mansfelder raffinad i 1856 og 1857 kr. 2100 pr. ton og for Røros garkobber i 1855 og 1856 kr. 2000 pr. ton; men ved den strax paafølgende store handelskrise i slutten af 1850-aarene gik prisen atter tilbage, saa middelpriisen paa det europæiske marked for femaarsperioden 1861—65 kan ansættes til omkring kr. 1550—1600; i de Forenede Stater var der forøvrigt netop under denne tid en stor hausse, fremkaldt ved den amerikanske borgerkrig.

Naar man ikke tager hensyn til de exceptionelt høie konjunkturer under og strax efter Krimkrigen (1855—57), kan *middelpriisen for kobber helt fra 1820 til 1865 anslaaes til for Mansfelder raffinad kr. 1600 pr. ton* (normalt min. kr. 1500, max. kr. 1750), og for Røros garkobber til *65 Spd. pr. Sktt. = kr. 1625—1650 pr. m. ton*; hertil svarer middelpriis *80—82 £ pr. eng. ton Chili bars*.

*Siden 1860 eller 1865 har prisen i det hele og store, om end gjentagende gange afbrudt ved opadgaaende konjunkturer, været i nogenlunde jævn synkning.*

Vi skal ogsaa her først gennemgaa de faktisk stedfundne forhold og senere dertil knytte nogle bemærkninger.

Noteringerne for Chili bars eller G. M. B. og andet der-

med ekvivalent kobber, som i perioden 1820—65 — dog fra-regnet den store, men kortvarige hausse under og umiddelbart efter Krimkrigen — kunde sættes til i middel 80—82 £, sank i den sidste halvdel af 1860-aarene jævnt nedover, i 1869 og 1870 helt ned til 65—69 £. Under de udmærkede konjunkturer umiddelbart efter den fransk-tyske krig, nemlig i aarene 1872—76, steg prisen igjen ganske stærkt tilveirs, til i middel 75—90 £ for Chili bars.

Under denne periode stod den chilenske kobberproduktion fremdeles paa sin høide (max. 1876 med 50.700 tons), og samtidig begyndte saavel den nordamerikanske som ogsaa den spanske kobberproduktion at spille en stærkt dominerende rolle paa verdensmarkedet; verdens totale kobberproduktion tiltog følgelig meget stærkt, og da der samtidig, efter den store „Gründerperiode“ i 1872—76, fulgte en stærk reaktion, med nedadgaaende konjunkturer over den hele linje, maatte følgen for kobberets vedkommende blive et stærkt prisfald. Dette indtraf ogsaa i virkeligheden; prisen paa Chili bars sank først i slutten af 1870-aarene og begyndelsen af 1880-aarene til med rundt tal 60 £, og derpaa, under den voldsomme forøgelse af den amerikanske og spanske produktion i den første halvdel af 1880-aarene, helt ned til 40 £ og lidt derunder. Aaret 1886 var vidne til et hidtil aldeles uanet minimum, med middelpriis for det hele aar 40 £ 2 à 10 sh. og laveste notering  $39\frac{1}{4}$  £ (representerende notering den første dag i hver maaned).

Følgen af denne yderst lave pris var igjen, at talrige kobberverk rundt om i den verden gik med tab; — eksempelvis kan saaledes nævnes, at verdens nu allerstørste kobbergrube, Anaconda i Montana, i maanederne sept. til dec. 1886 indstillede sin drift; videre, at ved Mansfelder-verket i Tyskland beløb underbalancen i 1885 sig til 653.331 Reichsmark og i 1886 til endnu mere; — de Forenede Stater, som nu aldeles havde taget tæten paa kobberproduktions omraade, ligesom ogsaa Chili, Tyskland og Australien, opviser i 1886 nogen tilbagegang produktion; i Spanien og Japan var der vistnok fremdeles nogen øgning; totalresultatet var dog, at verdens samlede kobberproduktion var nedadgaaende (ifølge *Merton*: 1885 225.592 eng. tons og 1886 217.086 tons).

Forbruget af kobber havde vistnok ogsaa tiltaget meget



stærkt i slutten af 1870-aarene og begyndelsen af 1880-aarene, men havde dog ikke fuldt ud kunnet holde skridt med produktionen; der havde altsaa fundet sted en overproduktion, — og markedet blev betyngtet med stadig større og større beholdninger, der selvfølgelig trykkede priserne ned. Alene paa det europæiske marked, i England og Frankrige, var saaledes ophobet beholdninger udgjørende den 31te dec. 1885 57.400 tons og 31te dec. 1886 62.700 tons; hertil kom de amerikanske beholdninger, som dog ikke naaede samme høide som de europæiske. Totalresultatet var dog, at beholdningerne i tiden henimod og omkring midten af 1880-aarene beløb sig til mindst halvdelen af et aars produktion.

Under de yderst lave kobberpriser i 1886 steg selvfølgelig forbruget af kobber i overordentlig stærk grad, og da hertil kom, at produktionen baade i 1886 og 1887 var lidt lavere end i 1885, begyndte de markedet saa stærkt trykkende beholdninger endelig at reduceres; i første halvaar af 1887 aftog saaledes den europæiske beholdning med 10.000 tons, ligesom ogsaa opgaverne over de amerikanske beholdninger viste nedadgaaende ziffre.

Med andre ord, *i 1886 og 1887 var verdens totale konsumtion af kobber større end produktionen, — og ved den daværende lave pris, 39—40 £ pr. ton*<sup>1)</sup> *Chili bars, kunde kobberverkerne ikke med fordel levere tilstrækkelig meget kobber til at dække efterspørgselen.*

Følgerne heraf kunde, under en eller anden form, i længden ikke udeblive; man maatte gaa bedre tider imøde<sup>1)</sup>. Istedendfor en jævn, mindre stigning, fra 39—40 £ til f. ex. 45—50 £, fik man dog en kunstig hausse, fremkaldt ved det i sin tid saa meget omtalte „franske kobbersyndikat“. Denne store „ring“, hvis officielle navn var „La Société Industrielle des Métaux“, satte sig som maal at kontrahere produktionen fra de vigtigste kobberverk rundt om i verden og samtidig begrænse verkernes produktion; man haabede herved aldeles at kunne beherske markedet og bringe prisen paa kobber op

1) Det kan her indskydes, at jeg i mit tidligere citerede arbejde „Om verdens kobberproduktion og konjunkturerne for kobber“ (Norsk teknisk tidsskrift, 1887), — hvilket arbejde blev skrevet sept. 1887, et par maaneder før dannelsen af det „franske kobbersyndikat“, — fremholdt, at krisen sommeren 1887 maatte have naaet sit minimum.

i den gamle høide, altsaa 80 £ pr. ton. I virkeligheden lykkedes det denne ring at kontrahere omkring de to trediedele af verdens daværende totale produktion, — navnlig fra de store forekomster, som Rio Tinto (kontraheret maximumsproduktion i 1888 25.000 tons), Tharsis (11.000 tons), Domingo (7.000 tons); Calumet & Hecla (25.000 tons), Boston & Montana (10.000 tons), Tamarack (3.500 tons); Quebrada (4.000 tons) i Venezuela; Arizona (3.000 tons); Panulcillo (3.000 tons); Vignæs (2.000 tons); Cape Copper Comp. (5.300 tons) og Namaqua (1.500 tons) i Kapkolonien; Betts Cove (1.200 tons) paa Ny-Foundland; desuden en hel del mindre forekomster; — men ringen havde i længden ikke styrke til at holde den hele, aldeles kolossalt store affaire sammen, og navnlig kunde den ikke hindre de udenfor ringen staaende producenter fra at sælge sit kobber til lidt lavere pris end det af ringen stipulerede. Og allerede efter omkring halvandet aars bestaaen, fra senhøstes 1887 til vaaren 1889, led ringen et storartet skibbrud, hvad bl. a. medførte ødelæggende katastrofer for enkelte af de store franske bankinstituter.

Umiddelbart efter sprængningen af dette franske syndikat fulgte et stort tilbageslag, — en baisse helt fra gjennemsnittspris 80 eller 82 £ i 1889 til minimumsnotering  $37\frac{3}{4}$  £ i 1889. Dog steg konjunkturerne, vistnok fordi forbruget af kobber til elektrisk anvendelse netop i slutten af 1880-aarene tog et saa overordentlig stærkt opsving, paany noget tilveirs, og den midlere pris i 1890 og 1891 beløb sig til ikke mindre end 52 — 54 £, altsaa til nogenlunde respektabel høide. I de senere aar derimod, fra 1890—91, har der været et næsten jævnt prisfald, som fortrinsvis har været fremkaldt ved den i de senere aar stedfundne kolossale produktion i Lake-superior- og Montana-felterne; nærmere detailler om dette sidste prisfald og om de nuværende konjunkturer vil man finde i et efterfølgende afsnit „Den nuværende krise paa kobbermarkedet“.

---

Prisfaldet paa kobber sammenlignet med prisfaldet paa øvrige store tekniske forbrugsgjenstande, som kul, jern, bly o. s. v.; samt sølv.

Kobber staar med hensyn til prisfaldet i de sidste 30—40 aar ikke isoleret, men har i saa henseende delt skjæbne med en flerhed af de øvrige store tekniske og sociale forbrugsgjenstande, som kul, jern, bly og øvrige metaller; salt, kalk, cement; videre træmaterialer og de vigtigste næringsmidler (ex. korn) samt mange beklædningsgjenstande. Med andre ord, myntenhedernes købeevne lige over for de vanlige forbrugsgjenstande har i det hele og store tiltaget, eller guldets er steget i værdi; samtidig kan vi ogsaa paapege, at i endnu høiere grad har arbejdslønnen tiltaget.

Det ligger udenfor nærværende afhandlings ramme i sin helhed at gaa nærmere ind paa disse statsøkonomiske problemer; kun kan det for os være af interesse at undersøge, om prisfaldet paa kobber har været høiere eller lavere end prisfaldet paa øvrige metaller og andre nærstaaende produkter.

Til belysning af dette problem hidsætter vi en oversigtsmæssig tabel, hovedsagelig bygget paa *Ad. Soetbeers* opgaver — i hans bekendte statsøkonomiske arbejde „Materialien zur Erläuterung der wirthschaftlichen Edelmetallverhältnisse und der Währungsfrage“, 1886 — og derhos kompletteret og delvis holdt à-jour af mig selv. Som enhed (100 %) har *Soetbeer* valgt gennemsnitsprisen i 1847—50, — altsaa i det sidste fem-aar (eller fir-aar) før de ved Krimkrigen fremkaldte stærke fluktuationer paa markedet.

Før kobber gjælder den første kolonne Røros-kobber, nemlig gar-kobber indtil omkring 1889 eller 1890 og senere raffinadkobber, som er bleven betalt med et snes kr. høiere pris pr. ton, altsaa 1—1.5 % mere, reduceret til enhedsprisen, 59½ Spd. pr. Skø. = kr. 1.490 pr. m. ton i 1845—50. Anden kolonne, der ligeledes er beregnet efter prisopgaverne i forrige afsnit, gjælder Mausfelder raffinad, med gennemsnitspris Rm. 1.745 i 1845—50 og middelpriis Rm. 1.095 i 1891—93. Tredie kolonne er aftrykt efter *Soetbeer*; enhedspris Rm. 1.720 pr. m. ton. Fjerde kolonne gjælder Chili bars, hvor vi har beregnet gennemsnitsprisen for femaarene 1866—70, 1871—75, 1876—80 og 1881—85 og saa valgt en enhed (75 £ 4 sh.), hvorved prisen for disse fire femaars-perioder paa rad kommer til at stemme nogenlunde nøie med de tre første kolonner; pris 40⅛ £ for Chili bars i 1894 svarer til prisprocent = 53.2 %.

For *rujern* første kolonne efter *Soetbeer*; enhedspris = Rm. 74.4 pr. m. ton; anden og tredje kolonne beregnet af mig selv efter opgaver over gennemsnitsprisen for *rujern* paa Breslauer- og Düsseldorf-markederne i de senere aar.

For *smedejern*, *stenkul* og første kolonne for *bly* efter *Soetbeer*; anden kolonne for *bly* beregnet af mig.

Tabellen for *sølv* beregnet af mig, efter de mange foreliggende detaljerede pristabeller; som enhed for hele perioden 1845—70 har vi valgt 60½ d. pr. unze og ikke taget hensyn til mindre fluktuationer (mellem 58½ og 62¼) i denne tid. Middelpris for 1891—93 er 40⅓ d. = 66.4 %; middelprijs for 1894 er 28½ d. = 47.1 %.

Vi kan her først fæste opmærksomheden derved, at middelprijsen for den hele 50-aarige periode 1825—75 kan ansættes til for Mansfelder raffinad Rm. 1825 = *kr.* 1615 og for Røros garkobber *kr.* 1650; hertil vil for Chili bars eller G. M. B. nogenlunde nøiagtig svare notering 80 £. pr. eng. ton.

Den laveste hidtil stedfundne notering (paa første dag i en maaned), nemlig 37¼ £. for Chili bars eller *kr.* 700—710 for Mansfelder eller Røros raffinad, svarer til omkring 45 % af middelprijsen i den 50-aarige periode 1825—75; og den laveste gennemsnitlige aarsnotering, nemlig i 1885 40½ £. i 1894 40⅓ £. for Chili bars og samtidig i 1886 Rm. 934 og *kr.* 740 for henholdsvis Mansfelder og Røros raffinad, ekvivalerer temmelig nøiagtig halvdelen af middelprijsen i 1825—75; kort og godt, *prisen paa kobber er nu kun halvdelen af, hvad der fandt sted i gamle dage (40 £. nu mod 80 £. før.)*

Regner vi *maximums*notering under den store hausse umiddelbart efter Krimkrigen — nemlig Rm. 2350 for Mansfelder raffinad og *kr.* 1990 for Røros garkobber i 1855—57 — og *minimums*notering under den store baisse i 1886 og 1894 — nemlig omkring Rm. 840 eller *kr.* 720, — faar vi en prisreduktion i forhold 100: 35 à 36.

Til sammenligning kan indskydes, at den høieste dagsnotering (ikke midlere aarsnotering) paa det engelske marked siden 1860 har været 101 £., nemlig i 1864 under den amerikanske borgerkrig, og 107½ £. i 1872 umiddelbart efter den fransk-tyske krig; de laveste middele maanedsnoteringer har været 39 £. i 1885 og 1886; 37¾ £. i 1889,



Pristabel for kobber, jern, bly, sølv og kul; gennemsnitsprisen i 1847—50 sat som enhed (= 100 %).

100 % =	Kobber.			Røjern.		Smelte-jern.	Stenkul.	Bly.	Sølv. 60½ d pr. unze
	1490 kr. Røros.	1745 Rm. Mansfeld.	1720 Rm. Chili bars.	74.4 Rm. pr. ton.	Breslau.	Düsseldorf.			
1825—34	126	105.3							
1835—44	107.7	107.2							
1847—50	100.0 <sup>1)</sup>	100.0 <sup>1)</sup>		100.0		100.0	100.0	365 Rm. pr. ton	
1851—55	121.6	109.1		105.7		103.9	107.8		
1856—60	122.1	127.2		102.4		109.4	105.9		
1861—65	104.7	110.7		93.6		101.5	101.1		
1866—70	87.9	92.7	94.9	91.9		99.1	99.2	109.7	
1871—75	103.3	101.9	107.7	141.4		130.6	131.3	137.8	97.6
1876—80	81.5	83.3	88.1	91.1		89.9	91.2	113.6	86.8
1881—85	70.1	75.8	76.7	78.0	78.0	80.2	79.8	77.4	83.8
1885	49.7	61.0	58.8	69.1		72.0	78.3	71.0	80.2
1886	49.0	53.6	53.2		58.0			82.7	76.0
1886—90	72.2	68.5	72.1		71.0			83.0	73.8
1891—93	58.4	62.7	62.3		65.5			69.0	66.4
1894	48.7	ca. 52	53.2		ca. 61			57.0	47.1

<sup>1)</sup> Enhedspris i 1845—50.

umiddelbart efter sammenstyrtningen af det franske syndikat og  $38\frac{3}{8}$  £. i juli 1894; altsaa ogsaa her forhold 100: 35 mellem *maximums*notering  $107\frac{1}{2}$  £. i fordums dage og *minimums*-notering i de senere aar.

---

Pristabellen s. 311 for kul, kobber, jern, bly osv. godtgjør, hvad jo forøvrigt ogsaa er almindelig kjendt, at der over den hele linje — myntmetallet sølv dog fraregnet — fandt sted usædvanlig høie priser eller gode konjunkturer under og umiddelbart efter Krimkrigen; navnlig steg kobber under denne periode meget høit tilveirs. Saa fulgte 1860-aarene med nedadgaaende priser over den hele linje; hvorefter der igjen indtraf meget høie konjunkturer under og strax efter den fransk-tyske krig; og specielt øgedes prisen paa kul og jern, samt skibsfragterne, i denne tid meget stærkt. Senere nogenlunde jævnt prisfald paa alle store tekniske forbrugs-gjenstande.

*Vælger man som udgangspunkt gennemsnitspriserne i 1840-, 1850- og 1860-aarene, har prisfaldet for kobber været større end for kul, jern, bly osv.; prisen paa kobber er faldt i forhold 100: 50, prisen paa de øvrige derimod med rundt tal i forhold 100: 60;*

*vælger man derimod som udgangspunkt gennemsnitspriserne i femaaret 1871—76, blir forholdet omvendt, — altsaa prisfaldet paa kul, jern, bly osv. større end prisfaldet paa kobber.*

I denne forbindelse kan det ogsaa være af interesse at omtale, at skibsfragterne, — hvoraf igjen prisen paa kokes ved de norske bergverk og prisen paa norsk og spansk kis i oversøisk havn i ikke ringe grad er afhængig, — har faldt endnu adskillig stærkere end kobberpriserne.

---

*Sølv* indtager, som luxusmetal, tildels ogsaa som mynt-metal, en ren exceptionel stilling; tidligere var prisen næsten konstant, 60—61 d pr. unze, — i 1894 derimod kun i middel

28 $\frac{1}{2}$  d, i det sidste halvaar, vinteren 1894—95, endog kun 27 $\frac{1}{2}$  d <sup>1)</sup>; *prisfaldet har altsaa været i forhold 100: 45.5—47, altsaa endnu lidt større end for kobber*, naar vi sammenligner gjennemsnitsprisen i 1886 eller 1894 med middelpriisen i 1825—75.

Hertil kommer, at prisen paa kobber, 38—40 £, for Chili bars, i midten af 1880-aarene og i det allersidste aar, som vi senere nærmere skal omhandle, har været unaturlig lav, saa man i alle fald kan have haab om lidt bedre konjunkturer for fremtiden; for sølvet derimod stiller fremtidsudsigterne, seet fra producentens standpunkt, sig lidet opmuntrende.

Det kunde synes naturligt i umiddelbar tilknytning til ovenstaaende ogsaa at behandle de senere tiders reduktion i produktionsomkostningerne for kobber, idet denne reduktion i alle fald til en vis grad er beroende derpaa, at næsten alt det material, som man behøver ved grube- og hyttedrift — jern og staal, kul og kokes, sprængstof, trævirke osv. osv. — nu falder billigere i indkjøb end i gamle dage. Vi vil dog udsætte omtalen af denne reduktion i produktionsomkostningerne til et senere afsnit, idet vi agter at belyse samme med en række eksempler fra Røros; det er da det bekvommeste først nærmere at have omhandlet selve dette verk samt de øvrige norske kobberverk.

### Oversigt over de vigtigste hidtil kjendte kobbermalmforekomster i verden.

Vi skal i dette afsnit gennemgaa verdens vigtigste hidtil kjendte kobbermalforekomster nogenlunde i den kronologiske orden, i hvilken de har spillet rolle paa verdensmaskedet.

I slutten af forrige aarhundrede og helt indtil midten af dette aarhundrede var **Cornwall-halvoen** (England) uden sammenligning verdens vigtigste kobberproducerende distrikt, men, som vi allerede tidligere har gjort opmærksom paa, er kobbergruberne her nu omtrent aldeles udtømte eller afbyggede.

<sup>1)</sup> I den sidste maaned, april 1895, noget høiere, ca. 30 d.

For at give en forestilling om, hvor meget kobber alle disse Cornwall-gruber tilsammen har leveret, skal vi summere hele den engelske kobberproduktion fra 1726 og indtil vore dage.

Samlede kobberproduktion i Storbritannien og Irland:

1726—1800 . . . .	351.800	eng. tons metall. kobber		
1801—1845 . . . .	555.300	—	—	—
1846—1853 . . . .	ca. 150.000	—	—	—
1854—1893 . . . .	237.700	—	—	—

---

Sum 1726—1893 . . ca. 1.295.000 tons kobber.

Den allervæsentligste del heraf, nemlig 95—97 % af den hele masse, stammer fra Cornwall, som altsaa i hele den foreliggende periode har produceret omkring  $1\frac{1}{5}$  à  $1\frac{1}{4}$  mill. tons kobber.

I tiden før 1726 kan Cornwall-forekomsterne i hoiden have leveret  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  mill. tons kobber, ekvivalerende 1000—1500 tons kobber gennemsnitlig aarlig i 500 aar paa rad; antagelig har produktionen før 1726 i sum kun beløbet sig til  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  mill. tons kobber.

*Alt-i-alt har saaledes Cornwall-halvøen præsteret omkring  $1\frac{3}{4}$  mill. tons kobber (min.  $1\frac{1}{2}$ , max. 2 mill. tons); ved denne »aareladning« er dog malmtilgangene paa kobber praktisk talt blevne aldeles udtømte.*

Paa tilsvarende vis forholder det sig ogsaa med **Sveriges** vigtigste kobberverk, *Fahlun*, som har været i drift siden omkring aar 1200, men hvis malmforraad ligeledes nu er næsten afbygget. For Fahlun har man detailleret statistik fra aar 1633.

Kobberproduktion ved Fahlun:

1633 . . . .	1.336 m. tons	1800 . . . .	587 m. tons
1650 . . . .	3.455 —	1825 . . . .	546 —
1675 . . . .	2.518 —	1850 . . . .	843 —
1700 . . . .	1.275 —	1875 . . . .	491 —
1725 . . . .	908 —	1890 . . . .	331 —
1750 . . . .	782 —	1891 . . . .	271 —
1775 . . . .	856 —		



For produktionen før 1633 har man et skjønsmæssigt overslag af *J. O. Carlberg* (Svenska Bergverkens Uppkomst, Stockholm 1879):

Totalproduktion af kobber i Fahlun:

1250—1632 anslaaet til . . . .	216.000 m. ton
1633—1894 nøiagtig . . . . .	261.500 —

---

Sum 1250—1894 . . . . . ca. 477.500 m. tons  
(til værdi 610 mill. kr.).

*Fahlun har altsaa med rundt tal leveret  $\frac{1}{2}$  mill. tons kobber* (desuden noget guld og sølv); og det samlede malmforraad ved Fahlun kan, naar skeidnings- og smeltetab fraregnes, med rundt tal opføres til 0.6 mill. tons kobber.

Vi kan her indskyde, at Fahlun i fordums dage, navnlig i det 17de aarhundrede, var *den tids vigtigste kobberverk* (maximumsproduktion i 1650, med 3455 tons metallisk kobber, — altsaa en femtendepart af hele verdens kobberkonsumtion i 1840 og vistnok mindst halvdelen af hele verdenskonsumtionen i midten af det 17de aarh.). *Og til dato er der neppe noget kobberverk — antagelig dog med undtagelse af Rio Tinto, — der i sum har leveret saa meget kobber som Fahlun.* Saaledes kan til sammenligning indskydes, at *Mansfeld* har produceret 1779—1878 130.000 tons og 1878—1893 180.000 tons, sum 1779—1893 310.000 tons; videre en hel del før 1780. *Calumet & Hecla* fra verkets begyndelse i 1867 til udgangen af 1894 ca. 450.000 tons; *Anaconda* fra verkets begyndelse i 1879 ligeledes til udgangen af 1894 i sum ca. 310.000 tons; og endelig har *Rio Tinto* fra 1879 til 1894 produceret ikke fuldt 400.000, hvortil kommer produktionen i 1860- og 70-aarene samt i ældre dage. Medregnes ogsaa denne, vil Rio Tinto antagelig allerede nu have overfløiet Fahlun, og inden faa aar vil det urgamle svenske verk med hensyn til totalproduktion blive distanceret af de moderne amerikanske kolos-  
verk, Calumet & Hecla og Anaconda.

Af den udskeidede kobbermalm — haardmalm og bløtmalm i sum; „guldmalmen“ derimod ikke medregnet — er ved Fahlun i de senere aar bleven udbragt netto omkring 3.3—3.5 % kobber samt 2 gram guld pr. ton; omregner vi guld-  
værdien til kobberværdi (1 kg. guld = kr. 2480; 1 kg. kobber

= kr. 0.80), skulde malmens gehalt kunne sættes til omkring 3.75—4 % *kobber netto*. — Ved grubedriften er med rundt tal 30—40 % bleven udskeidet som malm; o: af det i gruben udbrudte gods er bleven udbragt omkring  $1\frac{1}{4}$  % *kobber*; foruden lidt guld; eller, naar kobbermalmens ringe guldgehalt omregnes til kobberværdi, omkring  $1\frac{1}{3}$ — $1\frac{1}{2}$  % *kobber*. — Ifølge *Carlbergs* opgaver (l. c.) blev i aarene 1850 til 74 i sum ved Fahlun udbrudt 30.803.905 ctn. berg og malm, som leverede 369.822 ctn. kobber, altsaa netto 1.20 %.

Sveriges næst største kobberverk, *Åtvidaberg*, har i sum i perioden 1765—1874 leveret 29.520 tons kobber (ifølge *Carlberg*); i de senere aar kun ganske lidet, hovedsagelig eller udelukkende af malm vunden ved omskeidning af gamle berghalde.

Sverige, som i fordums aarhundreder spillede en meget vigtig rolle paa kobbermarkedet, kan nu paa dette omraade praktisk talt sættes ud af betragtning; i de senere aar har Sverige kun leveret omkring  $\frac{1}{4}$  % af verdens samlede kobberproduktion; og dets bidrag til den totale kobberproduktion udgjør for tiden kun omkring en fjerdedel af Norges.

*Om de norske kobbermalmsforekomster henvises tit et særskilt afsnit i det følgende.*

**Tyskland** har i den bekjendte *kobberskifer*, der indgaar som særskilt lag i den permiske afdeling („Zechstein“), og som er udbredt i forskjellige dele af Tyskland, navnlig ved Mansfeld og Eisleben paa sydsiden af Harz, videre fleresteds i Thüringen, Westphalen, Kurhessen, Hessen o. s. v., en meget vigtig tilgang paa kobbermalm; men der er den store ulempe, at kobberskiferen er meget fattig paa kobber; tilmed stikker skiferen mangesteds temmelig stærkt mod dybet, hvorved grube-drift blir kostbar.

I *Mansfeld-Eislebener*-distriktet, hvor kobberskiferen i det hele og store taget er rigere end ellers, holder den som virkelig smeltemalm udskeidede kobberførende skifer („feine Lette“, „grobe Lette“, „Kammschale“ o. s. v.) i middel kun 2.5—3 % *kobber samt 0.015 % sølv* (100 dele kobber til i middel 0.5—0.6 dele sølv, eller efter værdi 2 dele kobber til 1 del sølv). Og det fløtz, som denne smelteværdige skifer danner, er i det foreliggende distrikt oftest kun 7—13, middel 10—11 cm.

*mægtigt*; samtidig maa man afbygge en skifertykkelse paa omkring 50 cm., saa selve smeltetalmen kun udgjør  $\frac{1}{5}$  af alt det udbrudte. *Det i gruben udbrudte gods leverer saaledes i middel kun 0.5—0.6 % kobber og 0.004 % sølv*; vil man overføre sølvværdi til kobberværdi (efter værdiforhold sølv 100 gange saa kostbart som kobber), skulde altsaa *alt det udbrudte gods i kobberindhold repræsentere 0.8—0.9 % kobber*.

End mere instruktiv er i foreliggende tilfælde den oplysning, at i Mansfelder-distriktet udvindes *pr. m<sup>2</sup> lagflade i middel 9—10 kg. kobber og 50—55 gr. sølv*, ekvivalerende, naar sølvværdi omregnes til kobberværdi, *15 kg. kobber*.

Ved Mansfelder-verket afbygges nu aarlig 1.5 km<sup>2</sup> (1500 m  $\times$  1000 m) lagflade, hvoraf produceres 14.500 tons kobber (max. 1890, 15.800 tons) samt 88 ton sølv; for hver km<sup>2</sup> lagflade kan altsaa med rundt tal udvindes 10.000 tons kobber, og for norsk kvadratmil kobberskifer vil udbyttet blive 1— $1\frac{1}{4}$  mill. tons kobber. Den tyske kobberskifer har, naar ogsaa forekomsterne i Thüringen, Hessen o. s. v. medregnes, en udstrækning i alle fald af adskillige kvadratmil; *o: den samlede kobbermængde i kobberskiferen maa regnes efter millioner, vel endog efter ti millioner tons*. Tilgangen paa kobber er altsaa overordentlig stor, — men kobberskiferen er saa fattig, at det er meget tvivlsomt, om driften overhovedet under nutidens lave kobber- og sølvpriser kan gaa med fordel. Paa de fleste steder, nemlig i Thüringen, Westphalen og Hessen, er bergverksdriften paa kobberskiferen forlængst indstillet, kun undtagen en enkelt forekomst, ved Stadtberg i Westphalen; ved Mansfeld, hvor kobberskiferen er rigere end ellers, holdes arbeidet derimod fremdeles gaaende, og verket er i den senere tid, nemlig i slutten af 1870-aarene og begyndelsen af 1880-aarene, bleven meget betydelig udvidet, saa det nu med hensyn til produktionens størrelse er det femte kobberverk i den hele verden (1 Anaconda, 2 Calumet & Hecla, 3 Rio Tinto, 4 Boston-Montana og 5 Mansfeld); men det økonomiske udbytte har under de daarlige priser saavel paa kobber som paa sølv i de senere tider været lidet tilfredsstillende. I 1885 medførte saaledes driften en underballance af 653.331 Reichsmark; i 1886 var tabet endnu større; under de nogenlunde gode kobberpriser 1888—91 havde man derimod antagelig et ikke saa lidet netto-overskud, men i 1893, da ogsaa sølvprisen



var sunket meget stærkt, møder vi igjen en underballance paa ikke mindre end 1.972.731 Rm.<sup>1)</sup>, altsaa over 100 kr.'s tab for hver ton kobber.

Hertil kommer, at Mansfelder-gruberne i de sidste par aar har været ude for en skjæbnesvanger „Wassercalamität“, som har kostet og fremdeles vil komme til at koste adskillige millioner. Det begyndte vaaren 1892 med, at vandet fra den saakaldte „Salzige See“ i nærheden af grubefeltet trængte ned i gruberne i saadan mængde, at man selv med nutidens mest gigantiske pumpeverk ikke formaaede at holde gruberne læns. Man valgte den udvei at pumpe hele den „Salzige See“ — af længde 6 km, bredde 1½ km og midlere dybde 7 m — tom og senere holde tilsiget til søen borte med pumpeverk. Hermed var dog ikke katastrofen tilende; vandet fra indsøen havde nemlig udludet store, nogenlunde horizontalt liggende stensaltlag et stykke under overfladen. Følgen heraf har for det første været, at selve fjeldgrunden over de udludede saltlag har begyndt at styrte sammen, hvad bl. a. har medført, at man har maattet kondemnere en hel gade i byen Eisleben (med over 20.000 indvaanere); samtidig fremkalder disse sammenstyrtninger et stærkt fortsat vandtilsig til gruberne. — Videre er det vand, som man pumper ud af gruberne, og som i forveien har passeret de overliggende saltlag, høist saltholdigt; man pumper altsaa saltvand — med daglig over 5000 tons salt-indhold — over i elvevandet, først til Elbens biflod Saale og senere til selve Elben; heraf resulterer tilbagegang for fiskerierne samt protest og skadeserstatningskrav fra en hel del langs elveløbet beliggende byer, hvor elvevandet benyttes til drikkevand.

Hele denne høist komplicerede „Mansfelder Wassercalamität“, som i Tyskland har vakt næsten lige saa stor opsigt som Værdalsulykken hos os, blev oprindelig beregnet at skulle kræve 6—8 mill. Reichsmark; efter velvillige oplysninger af specielt opnævnte „Sachverständige“ antages dog dette overslag at være adskillig for lidet. Heldigvis sidder verket inde med betydelig reservekapital, men alligevel vil det store uheld, i forbindelse med synkningen ikke alene af kobberprisen,

---

<sup>1)</sup> Heri er dog rimeligvis medregnet nogen udgift foranlediget ved det eiendommelige uheld med vandtilgang, som har rammet gruberne.



men ogsaa af sølvprisen, medføre en meget farlig økonomisk tilbagegang<sup>1)</sup> for verket; og det er et stort spørgsmaal, om det urgamle verk, — som historisk bl. a. er kjendt derved, at her havde Luthers fader, bergmanden *Hans Luther*, sin beskæftigelse, — overhovedet under de nuværende lave metalpriser kan holde driften gaaende uden aldeles ødelæggende tab. I hvert fald kan man være temmelig sikker paa, at om nogen udvidelse af verket kan der neppe være tale.

Tysklands næststørste kobberverk er *Oker*, med grube Rammelsberg paa nordsiden af Harz, lige ved den gamle keiserstad Goslar; forekomster her, som har stor lighed med vore Røros-forekomster, producerer aarlig 800—1000 tons kobber. Videre har Tyskland et par mindre kobberverk, og baade ved Erzgebirges og Harzens sølv-bly-gruber falder der som biprodukt ved grube- og hyttedriften en del kobber, der hovedsagelig tilgodegjøres som kobbervitriol.

Tysklands bidrag til verdens totale kobberproduktion vil snarere være i aftagende end i tiltagende.

Saa vel i **Østerrige** som i **Ungarn** har kobberproduktionen i de senere decennier gaaet temmelig stærkt tilbage:

### Kobberproduktion i

(m. tons)	Østerrige.	Ungarn.
Aarlig 1838—48	4500	
1856	2351 m. tons	} ca. 2000 (?) m. tons
1860	2632 —	
1865	ca. 1500(?) —	2244 m. tons
1870	566 —	1189 —
1875	394 —	1047 —
1880	500 —	830 —
1885	592 —	504 —
1890	992 —	275 —
1892	837 —	317 —

<sup>1)</sup> Som et kuriosum kan nævnes, at kommunalskatten i Leipzig paa grund af Mansfelder-katastrofen har steget med 2 %, idet verket for en ikke uvæsentlig del eies af Leipziger kommune.

I **Italien** derimod har produktionen jævnt tiltaget; man kan dog være temmelig sikker paa, at dette land ikke vil komme til at yde noget bidrag af nævneværdig betydning til den totale kobberproduktion.

**Rusland**, hvis kobberproduktion helt siden aarhundredets begyndelse har holdt sig ved nogenlunde samme høide (oftest 4000—5000 tons aarlig), og hvilket land siden 1820 har leveret i sum temmelig noiagtig  $\frac{1}{3}$  mill. tons kobber, har talrige og ganske bekjendte forekomter, i Ural (med den bekjendte malachit, til ornamentalt brug, fra Nischne-Tagilsk-distriktet), Perm, Orenburg o. s. v. samt i Kaukasus; paa det sidstnævnte sted driver det bekjendte elektricitetsfirma *Siemens* i Berlin ganske store kobbergruber (Kalakeut, Kedabeg; smeltning med petroleum). — De uralske ertser, for en del permisk „kobber-sandsten“, er temmelig fattige paa kobber; og omendskjønt mange af de russiske forekomster opgives at være ganske store, er der for tiden neppe udsigt til nogen væsentlig forøgelse af produktionen.

I *Finland* har man et lidet kobberverk ved Pitkeranta nær Ladoga-søen.

I *Frankrige* (hvis mineralogisk bekjendte kobbergrube Chessy ved Lyon forlængst er nedlagt), *Schweiz*, *Belgien*, *Holland* — og selvfølgelig heller ikke i *Danmark* — findes der ikke nogen kobbergrube i drift; det samme gjælder, saavidt vides, ogsaa Grækenland, Tyrkiet og Rumænien, medens derimod *Serbien*, med tilstødende dele af Ungarn og Bosnien, huser adskillige kobbermalmforekomster; nogen større rolle spiller dog disse for tiden ikke.

Europas uden sammenligning vigtigste kobbermalm-felt forefinder vi i

**Spanien**, med tilstødende dele af **Portugal**. — Som vi allerede har omtalt, fører Spanien i *Huelva*-distriktet en hel række kolossale kisforekomster<sup>1)</sup>, som uden sammenligning i sit slags er de største, som hidtil er kjendt paa den hele jord. Det er disse forekomster, som nu aldeles behersker markedet

<sup>1)</sup> Om de spanske kisforekomster kan bl. a. henvises til en reiseindberetning af direktør *A. S. Bachke*, trykt som bilag til storthingsproposition nr. 59 for aar. 1887, om anlæg af jernbane til Foldalens gruber.

or svovlkis, til svovlsyrefabrikker, i Europa, og som derved virker meget stærkt trykkende for de norske kisgruber.

Den spanske exportkis er gjerne noget rigere paa svovl end den norske, idet den spanske oftest holder 47—50 % svovl, den norske derimod oftest 45—48 %; videre er den spanske exportkis i regelen nogenlunde rig paa kobber, idet den oftest holder 3.25—3.75, middel 3.4—3.5 % kobber, medens den norske exportkis oftest kun holder 2.75—3 eller 3.25 % kobber<sup>1)</sup>; undtagelsesvis faar man dog ogsaa i Norge kis med høiere kobbergehalt (ex. Sulitelma). Videre har den spanske kis den forøvrigt temmelig underordnede fordel fremfor den norske, at den næsten ikke holder noget zink (der er generende saavel ved afrøstningen ved svovlsyrefabrikkerne som ogsaa ved den efterfølgende klorerende ekstraktion), medens den norske kis ofte holder 2—3 % zink, undertiden endog derover. Til gjengjæld sidder den *norske* kis inde med den meget væsentlige fordel, at den praktisk talt er absolut *fri for arsen* (næsten altid med under 0.005—0.010 % arsen), medens den *spanske* kis næsten gennemgaaende holder en *temmelig betydelig arsengehalt* (oftest 0.3—0.75 % arsen).

Den vigtigste af de spanske kisforekomster er *Rio Tinto*, med produktion:

(Tons).	Samlet produktion kis.	Deraf exporteret.
1881	993.047	249.098
1883	1.099.973	288.104
1884	1.369.918	314.751
1885	1.351.466	354.501
1892	1.402.063	473.065
1893	1.325.080	504.396

<sup>1)</sup> 1 % høiere kobbergehalt i kisen medfører under nuværende yderst lave konjunktioner et tillæg af 5 sh. 6 d eller 6 sh. pr. ton.

Videre gjengiver vi ogsaa en detailstatistik for de to sidste aar:

(Tons).	Samlet produktion. kis.	Behandlet paa stedet		Exporteret		Af kisen i sum produceret kobber.
		kis.	deraf udvundet kobber.	kis.	deraf udvundet kobber.	
1892	1.402.063	995.151		473.065		31.500
1893	1.325.080	854.346	19.990	504.396	11.964	31.500 <sup>1)</sup>

I henhold til denne tabel skulde der i de to aar, 1892 og 1893, være bleven udbragt netto af kisen resp. 2.25 og 2.35 % kobber; hermed stemmer ganske godt den opgave, at den virkelige kemiske kobbergehalt i al den udbrudte kis i de to aar beløb sig til resp. 2.819 og 3.02 (eller efter en anden opgave 2.996); i 1891 opførtes den virkelige middelgehalt til 2.649. Kobbertabet ved ekstraktionen skulde altsaa i middel i 1892 og 1893 have beløbet sig til resp. 0.57 og 0.67 % pr. vægt kis, — en opgave, som lyder meget plausibel, idet kobbertabet ved den fattige kis, som — ved forskellige enkle vaadveismethoder — behandles paa stedet, er meget betydeligt.

Til export til udlandets, særlig Englands, Tysklands, Belgiens og Frankriges svovlsyrefabrikker, gaar den kobberrigeste kis, som i 1892 og 1893 holdt nøiagtig samme midlere kemiske kobbergehalt, nemlig 3.43 % kobber. Tilbage til behandling paa stedet er den fattigere kis, med fra 1 til 3, middel omkring 2 % kobber; videre faar man ogsaa en del egentlig kobbermalm, der underkastes forsmeltning i waterjacket-ovne.

Rio Tinto-selskabets aktiekapital er 3.250.000 £, hvortil (i 1893) kom udestaaende bonds 3.534.360 £; sum 6<sup>3</sup>/<sub>4</sub> mill. £ = 120 mill. kr.; dividende for 1893 er i „Min. Res.“ for samme aar opgivet til 227.500 £ = kr. 4.100.000 (altsaa kr. 3 for hver ton kis).

<sup>1)</sup> I denne tabel, som er sammenstillet efter forskellige kilder, stemmer opgaverne over, hvad der er behandlet paa stedet, og hvad der er exporteret, ikke aldeles exakt med opgaverne over totalproduktionen; disse unøjagtigheder er dog af underordnet betydning.



Ved den næststørste spanske kisforekomst, *Tharsis*, har produktionen i de senere aar beløbet sig til:

(Tons).	Samlet produktion kis.	Deraf exporteret.	I sum udvundet kobber.
1891	585.422	260.275	ca. 10.500
1892	504.706	235.152	- 11.500
1893	610.822	250.250	- 11.000

Af kisen er altsaa i middel bleven udbragt netto omkring 2.1 % kobber.

Selskabet udbetalte i 1893, ved aktiekapital omkring 2.1 mill. £, ikke mindre end 12½ % i dividende.

Ved den derefter følgende forekomst, *Mason & Berry*, var produktionen:

(Tons).	Samlet produktion kis.	Deraf exporteret.
1892 .....	329.201	130.736
1893 .....	209.814	172.376

Aktiekapitalen er temmelig nøiagtig 1 mill. £; i 1893 udbetaltes pr. aktie à £ 5 i dividende 5 sh., altsaa 5 %.

Videre er der i Huelva-feltet en talrig række mindre kisgruber, med aarlig produktion indtil 100.000 tons kis eller derover; desuden er der et par mindre kobberverk ogsaa paa andre steder i Spanien.

For at kunne give nogen forestilling om de dimensioner, som de spanske kisforekomster naar op til, har jeg paa de detaillkarter over kisforekomsterne, som findes gjengivne i den spanske geolog *I. Gonzalo y Tarin's* omfattende arbeide over Huelva-feltet (3 store bind, fra aarene 1886—88), maalt længde og maximumsbredde af de store kislinser og videre paa grundlag af karterne skjønsmæssig anslaaet kismassernes areal i dagen.

*Rio Tinto.*

	Længde.	Maximum- bredde.	Areal.
Criaderos del Sur .	{ 1000 m.	100 m.	44.000 m <sup>2</sup>
	{ 1100 -	130 -	56.000 -
Criaderos del Norte	{ 2000 -	150 -	150.000 -
En del mindre linser			100.000 -

Sum malmareal ved Rio Tinto ..... ca. 350.000 m<sup>2</sup>.

*Tharsis.*

	Længde.	Maximum- bredde.	Areal.
Criaderos del Norte.....	600 m.	140 m.	84.000 m <sup>2</sup>
Criaderos del Centro.....	350 -	70 -	12.000 -
Criaderos del Sur.....	850 -	120 -	70.000 -
Esperanza.....	500 -	100 -	40.000 -
Diverse andre .....			19.000 -

Sum malmareal ved Tharsis ..... ca. 225.000 m<sup>2</sup>.

## Malmareal:

Rio Tinto . . . . .	350.000 m <sup>2</sup>
Tharsis. . . . .	225.000 -
Zarza . . . . .	60.000 -
Confessionario . . . . .	40.000 -
Hiero . . . . .	30.000 -
Cueva de la Mora . . . . .	20.000 -
Concepcion . . . . .	15.000 -
Poderosa . . . . .	10.000 -
San Miguel. . . . .	10.000 -
Sum af disse . . . . .	760.000 m <sup>2</sup>

Hertil kommer en række øvrige forekomster, saa vi med rundt tal kan anslaa de spanske kisforekomsters malmareal til i sum 1 mill. m<sup>2</sup>.

Det ligger i sagens natur, at disse tal ikke gjør krav paa nogen detailleret nøiagtighed; de vil dog være tilstrækkelige til at give en forestilling om, med hvad slags størrelser man har at operere.

For at man kan faa et indtryk af, hvilke kolossale dimensioner de spanske kisforekomster naaar op til, kan til sammenligning anføres malmarealet (horizontalt regnet) ved Foldalens hovedgrube, der fører en af vort lands allerstørste kisforekomster, og ved det bekjendte Rammelsberg ved Goslar i Harz:

	Malmareal
Foldal . . . . .	ca. 1400 m <sup>2</sup> <sup>1)</sup>
Rammelsberg . . . . .	- 8000 -

Videre medtager vi ogsaa malmarealet ved et par af de allerstørste svenske jernmalforekomster.

	Malmareal
Kirunavara . . . . .	500.000 m <sup>2</sup>
Gellivara . . . . .	245.000 -
Grängesberg . . . . .	90.000 -
Dannemora . . . . .	12.000 -

(ifølge prof. Nordenströms opgave i Jernkontorets Annaler, 1893).

*Rio Tinto fører altsaa (for hver m's afsynkning) med rundt tal lige saa meget kis, som Gellivara eller Kirunavara fører jernmalm.*

Af de spanske kisforekomster er der en del, som ikke kan drives med fordel, dels paa grund af for lav kobbergehalt og dels af andre grunde.

Regner vi de egentlige drivværdige forekomster til malmareal med rundt tal  $\frac{3}{4}$  mill. m<sup>2</sup>, — og gaar vi videre ud fra, at hver m<sup>3</sup> af kismassen giver 4 ton kis, skulde man i middel for hver m's afsynkning kunne producere 3 mill. tons kis; eller, da der i middel udbringes netto ca. 2—2.25 % kobber af kisen, skulde man for hver m's afsynkning kunne præstere omkring 65.000 tons kobber.

Denne beregning er antagelig snarere for høi end for

<sup>1)</sup> Malmarealet ved selve hovedforekomsten (partier af mægtighed under 2.5 m ikke medtagne) beregnet lodret paa faldet = 1011 m<sup>2</sup>; faldvinkel 45—50 °; ifølge opgave af Foldalskomiteen, 1888. — For Rammelsberg efter mine egne aflæsninger paa originalkarterne.

lav, bl. a. fordi enkelte af kisforekomsterne aftager meget stærkt i bredde mod dybet.

Regner vi kisforekomsterne til i middel at fortsætte, med samme gjennemsnitlige malmareal som i dagen, ned til 300 m's dyb, skulde man af samtlige forekomster i sum kunne udbringe netto 20 mill. tons kobber<sup>1)</sup>.

Hidtil har de spanske forekomster fra 1879 til 1894 leveret 732.000 tons kobber og fra 1850 til 1878 omkring 250.000 tons, sum efter 1850 omkring 1 mill. tons kobber; hertil kommer produktionen i tidligere dage, helt ned til romernes dage; denne produktion vil dog vel neppe have overskredet nogle faa hundrede tusind tons kobber, saa vi med rundt tal kan kan regne, at de spanske forekomster hidtil i sum har leveret omkring 1 $\frac{1}{4}$  tons kobber;

o: forekomsterne skulde hidtil i middel være afbyggede til omkring et snes m's dyb.

Ved mange af de allerstørste forekomster har man hidtil kunnet indskrænke sig til dagbrudsdrift; nu begynder man dog fleresteds at gaa over til ordinær grubedrift.

Saavel af ovenstaaende rent skitserede beregning som ogsaa af forskjellige fra de senere tider stammende beskrivelser over de spanske forekomster fremgaar med utvivlsom sikkerhed, at dersom det kun var det forhaandenværende malmforraad, som var det bestemmende, kunde Huelva-gruberne med lethed i væsentlig grad øge sin produktion. Der er dog andre faktorer, som her griber med ind; specielt vil vi saaledes fremhæve, at den spanske produktion af *kobber* for en meget væsentlig del er begrænset ved hensynet til, hvor meget *kis* man kan faa afsat til udlandets svovlsyrefabrikker. Forbruget af svovlsyre har i de senere tider *ikke* udviklet sig med samme hurtighed som forbruget af fex. kul, jern, kobber osv., idet Lebranc-sodaprocessen, som tidligere var den vigtigste svovlsyre-konsument, i det sidste decennium eller i de to sidste decennier i stadig stigende udstrækning erstattes ved Solway-processen, hvor man ikke har brug for svovlsyre; ogsaa i de nærmest følgende aar vil vistnok fremdeles Leblanc-processen vise tilbagegang, hvortil endvidere kom-

---

1) Dette tal er selvfølgelig rent skjønsmæssigt, men giver dog en forestilling om, med hvad slags størrelser man har at regne.



mer, at man nu delvis ved Leblanc-processen regenererer svovlsyre af soda-resterne (calciumsulfid osv.); svovlsyreforbruget selv ved de bestaaende Leblanc-fabrikker vil saaledes snarere være i aftagende end tiltagende.

I overensstemmelse hermed viser det sig, at kobberproduktionen — og dermed ogsaa kisbrydningen — i Spanien helt siden midten af 1880-aarene har holdt sig nogenlunde konstant (53.700 tons kobber i 1887 og 54.200 tons i 1894). Og saavel af hensyn til det begrænsede marked for exportkisen som af hensyn til de vanskelige økonomiske forhold, under hvilke de spanske kisforekomster under de nuværende daarlige konjunkturer har at arbejde, er det lidet sandsynligt, at produktionen i de nærmest følgende aar vil blive forøget i nogen særdeles væsentlig grad.

Under de yderst lave kobber- og kis- (eller svovl-) priser i det allersidste aar (1894) har det økonomiske udbytte ved de spanske kisforekomster — der arbejder med meget store aktiekapitaler, saaledes Rio Tinto  $3\frac{1}{4}$  mill. £ og udestaaende bonds omtrent  $3\frac{1}{2}$  mill. £; Tharsis og Mason & Berry kapital resp. 2.1 og 1 mill. £; sum for alle tre selskaber ca. 9.9 mill. £ = 180 mill. £ — i det hele og store været lidet tilfredsstillende; detaillerede oplysninger herom ser jeg mig dog ikke istand til at levere.

*Chili, som helt fra 1855 til 1880 var verdens vigtigste kobber-producerende land, er nu sunket ned til no. 3 i rækken, og det vil sandsynligvis ikke vare længe, før det ogsaa blir overfløiet af Japan.*

De chilenske kobberforekomster, — som er spredt over en hel række distrikter, Tamaya, Paym, Carrizol, Fasal-Puguio, Cerro Blanco, Condes, Guayacan, Panulcillo, Lota osv. — har i perioden 1855—1894, begge aar inklusive, i sum leveret 1.501.000 tons kobber; for de 15 aar 1840—54 kan produktionen anslaaes til 250.000 tons, og for tidsrummet før 1840 vil den totale produktion i høiden have beløbet sig til  $\frac{1}{2}$  mill. tons, rimeligvis kun til  $\frac{1}{4}$  mill. tons. Det vil sige,

*Chili har hidtil i sum leveret 2—2 $\frac{1}{4}$  mill. tons kobber.*

Ved denne „aareladning“ er forekomsterne vistnok ikke, saaledes som tilfældet var paa Cornwall-halvøen, blevne aldeles udtømte, men dog saa stærkt angrebne, at produktionen

er reduceret til under halvdelen af, hvad landet præsterede under kobberdriftens glansperiode.

Paa talrige steder i Chili, hvis kobberforekomster optræder gangformigt, i og ved eruptiver, har man gjort den erfaring, at forekomsterne er blevne fattigere mod dybet; øverst mod dagen førte gangene rige oxydiske og chloridiske ertser; saa fulgte kobberkis med brogetkobber og kobberglans, medens paa større dyb gangene fortrinsvis fører kobberkis opblandet med svovlkis; paa nogenlunde analog maade opgives det ogsaa at forholde sig i Butte- eller Anaconda-distriktet i Montana.

Flere af de tidligere vigtigste chilenske gruber, som f. ex. Chanaral og Panulcillo, er allerede nedlagte, dels fordi malmforraadene var udtømte, og dels fordi gangene blev fattigere mod dybet. Andre derimod drives fremdeles i betydelig stil, og at man ikke opgiver modet, fremgaar bl. a. deraf, at man flersteds, som ved Montanes, Cousino, Coronel og Lota, har indført bessemering med elektrolyse.

I **Bolivia** møder vi ved *Coro-coro*, paa sydsiden af Titicaca-søen, en ganske bekjendt forekomst, — af gedigent kobber og kobberoxyder, indsprængt i  $1\frac{1}{2}$ —10 m's mægtighed i sandsten og skifer, tilhørende triasformationen, — som i de senere tider har leveret i middel 2000 tons kobber aarlig; da man nu faar jernbane i nærheden, vil produktionen muligens blive forøget.

I **Venezuela** har man et ganske betydeligt kobberverk, *Quebrada*, som dog i de senere aar viser nedadgaaende produktion; i 1891 6.500 tons, i 1892 3.100 tons og i 1894 2.500 tons; driften opgives i 1892 at have medført et tab paa 66.905 £, hvoraf man maa kunne drage den slutning, at under de nuværende lave priser vil dette verk neppe kunne blive udvidet.

Af øvrige sydamerikanske stater kan nævnes **Argentina** og **Peru**, hvor bergverksdriften paa kobber dog hidtil spiller en høist underordnet rolle.

I **Mexico** er der et stort kobberverk, *Boleo*, som eies af de franske Rotschild'er, og hvor produktionen i de senere

aar har naaet en meget betydelig høide, i 1894 endog 10.400 tons, saa verket nu med hensyn til produktionens størrelse er det 7de eller 8de i ordenen; saavel paa grund af forekomstens karakter som paa grund af smeltemalmens, i alle fald efter amerikanske forholde temmelig lave kobbergehalt, paa-staaes det dog bestemt i de nordamerikanske tidsskrifter, at verket ikke kan blive nogen rigtig første-rangs producent; af malmen er i de senere aar bleven udbragt: 6.11, 4.98, 5.87, 5.86, 5.68, 5.56 og 6.47 % kobber, middel altsaa 5.5—6 %.

**Cuba** producerede i midten af aarhundredet ganske betydelige mængder af kobber, nu derimod intet eller kun en bagatel.

**Canada** har meget betydelige forekomster af nikkelmalm, nemlig nikkelholdig magnetkis, som optræder i gabbro, og som er at sidestille med vore mange norske nikkelmalforekomster. Som tilfældet ogsaa er hos os, ledsages den nikkelholdige magnetkis i Canada af en del kobberkis; forholdet ved de canadiske nikkelgruber er i middel 1 del nikkel til omkring 1½ del kobber. Den canadiske nikkelproduktion beløber sig nu til 2000 eller noget over 2000 tons (hvad er halvparten af hele verdensproduktionen af nikkel; den anden halvpart stammer fra Ny-Caledonien), hvorved som biprodukt falder 3000 eller noget over 3000 tons kobber. Da der ikke er nogen sandsynlighed for, at den canadiske nikkelproduktion i den nærmeste fremtid i særdeles væsentlig grad vil blive forøget, kan vi ogsaa drage den slutning, at heller ikke landets produktion af kobber, der kun medfølger som biprodukt ved nikkelgruberne, vil komme til at stige noget væsentligt.

**Ny-Foundland** har to kobberverk af anden eller tredje rangs størrelse, Tilt Cove og Betts Cove; ved det sidstnævnte har driften i den senere tid været i stærk tilbagegang.

**Kapkoloniens** vigtigste kobberverk er Cape Copper Company, som i de senere aar har produceret omkring eller noget over 5000 tons kobber aarlig, med grubeudgifter pr. unit kobber i 1891 6 s. 4 d. og i 1892 5 s. 2¾ d. Nettofortjene-

sten reduceret til ton metallisk kobber beløb sig i 1891 til  $13\frac{1}{4}$  £ og i 1890 til henimod 11 £; produktionsomkostningerne pr. ton kobber skulde altsaa i disse to aar kunne anslaaes til resp. 38 £ og  $34\frac{1}{2}$  £.

Ved Namaqua-verket har produktionen i den senere tid i det hele og store aftaget, og driften medførte i 1892 et tab af henimod £ 10.000.

### Australien.

(tons).	Samlede kobberproduktion i Australien (medregnet Ny-Zealand o. s. v.)	Deraf i Syd-Australien.
1850	ca. 3000 tons	2100 tons
1855	- 3000 —	600 —
1860	- 3500 —	3100 —
1865	- 5500 —	4800 —
		(i 1867 7500 tons)
1870	- 7000 —	5200 —
1875	- 11.000 —	6500 —
1880	9700 —	3200 —
1885	11.400 —	3400 —
1890	7500 —	3800 —
1893	7500 —	
1894	9000 —	

I *Syd-Australien* begyndte bergverksdrift paa kobber i 1849; først efter opdagelsen, i 1860 og 1861, af de vigtige gruber *Wallaroo* og *Moonta*, beliggende ved Spencerbugten nær Adelaide, kom der nogen større fart i den nye bergverksindustri. — Ved Wallaroo og Moonta er malmen kobberkis og brogetkobber, der ved Moonta optræder gangformigt i felsitporfyr (orthoklasporfyr); selve gangene — kvartsgange med kobbermalm — holder her i middel 2—5 % kobber; malmen operedes til 20 % kobber; den dybeste skakt var i 1889 1722 fod dyb; forekomsten beskæftigede i sin glansperiode i 1860- og 70-aarene 1600 mand, i 1889 derimod kun 1138 mand.



I *Ny-Syd-Wales* blev fra 1858, da driften paa kobber her begyndte, indtil 1889 i sum produceret 90.974 tons kobber, svarende til en midlere produktion af 3000 tons aarlig; den største drift fandt sted i slutten af 1870-aarene og begyndelsen af 1880-aarene, med aarligt udbytte i denne tid oftest 5—6000 tons, et enkelt aar, 1883, endog 9016 tons; siden midten af 1880-aarene har produktionen været i tilbagegang, kun 3000—4000 tons aarlig.

Ogsaa i *Ny-Zealand*, *Queensland*, *Victoria* og *Ny-Caledonien* finder der sted nogen bergverksdrift paa kobber.

For et eller et par decennier siden berettedes det jævnlig, at man maatte være forberedt paa en ren kolos-produktion saavel fra Australien som fra Kapkolonien; disse profetier har dog i alle fald hidtil ikke slaaet ind, hvad hovedsagelig vil være beroende paa, at de hidtil kjendte fund ikke er saa storartede, som man oprindelig troede; ved udvikling af jernbanenettene, navnlig til de indre dele af Australien, maa man dog være forberedt paa forøgelse af produktionen. — Australien, som i midten af 1870-aarene var no. 4 i rækken med hensyn til kobberproduktion, er nu sunket ned til no. 7.

**Japan** fortjener udførlig omtale, fordi det, *ved siden af de Forenede Stater og Mexico, er det eneste land, som under de daarlige konjunkturer i de senere aar i væsentlig grad har øget sin kobberproduktion*; allerede nu er Japan med hensyn til kobberproduktion no. 4 i rækken, og det er at formode, at det om en stund vil overfløje Chili og saaledes komme ind som no. 3.

Den japanesiske bergverksdrift paa kobber er af meget gammel dato; -- hovedgruben, Ashio, har saaledes været kjendt helt siden 1610; og for 1838—48 anslog *Le Play* (l. c.) den midlere produktion af kobber til 2700 tons; — det er dog først i de allersidste aar, at produktionen rigtig har skudt fart.

Efterfølgende tabel indeholder oversigt over den totale kobberproduktion samt over produktionen ved landets vigtigste kobberverk, Ashio. Disse statistiske opgaver, ligesom ogsaa de efterfølgende bemærkninger, er hovedsagelig byggede paa et referat i „*Mineral Resources*“, 1892 og „*Mineral Industry*“, 1893, af et officielt japanesisk verk „*The Mining Industry of Japan*“, som indeholder statistik til og med 1890 eller 1891.

(M.tons)	Japans totale kobberproduktion.	Deraf ved hoved- gruben, Ashio.
1881	4.810 tons	
1883	6.829 —	655 tons
1885	10.625 —	4.142 —
1887	11.152 —	3.032 —
1889	16.384 —	4.902 —
1891	19.186 —	6.099 —
1892	20.727 —	

I 1893 og 1894 har produktionen fremdeles været i stigende.

De vigtigste japanesiske kobberverk er:

	Kobberproduktion i 1890.
Ashio. . . . .	5.862 tons
Ani, Arakawa, Komaki . .	2.610 —
Besshi . . . . .	2.190 —
Yoshioka . . . . .	1.100 —
Ogoya, Ate . . . . .	1.020 —
Kusakura . . . . .	800 —
Sasagatani . . . . .	710 —
Hibira . . . . .	650 —

Desuden adskillige verk med produktion 500 tons kobber og derunder.

Forekomsterne er fordelt over ikke mindre end 11 forskellige prefekturer, altsaa spredt næsten over det hele land.

Malmen ved hovedgruben, Ashio, er kobberkis, som ved skeidning og opberedning bringes op til 18 %'s malm; denne smeltes (med trækul) paa raasten, som ifølge den i 1890 eller 1891 opgjorte plan senere skulde underkastes bessemmering; for at man kan faa en forestilling om, at man ogsaa i Japan „følger med tiden“, kan indskydes, at man allerede i 1890 eller 1891 ved det nævnte verk havde besluttet sig til elektrisk kraftoverføring, fra vandfald til hytten.

Ved Besshi arbejder man paa kobberholdig kis, med 2—12, middel 7 % kobber; grubeomkostningerne var 1.62 dl.

(= kr. 6) pr. metrisk ton malm, og hytteudgifterne 15.29 dl. pr. 100 lbs. færdigt kobber.

Ved Ani fører malmen ogsaa noget sølv; alt det i gruben udbrudte gods holdt i 1891 i middel 1.934% kobber; malmen opberedes til i middel 11.96% kobber, paa hvilket stadium malmen kostede 18.45 dl. pr. ton (= kr. 560 i grube- og vaskeudgifter pr. ton kobber; en liden sølvgehalt dog leveret gratis). Verkets samlede udgifter beløb sig i 1891 til 11.36 cts. pr. lbs., — altsaa til mere end kobberets nuværende salgspris.

Ved Arawaka beløb produktionsomkostningerne pr. lbs. kobber sig til 10.43 cts. pr. lbs.; selv om man nu har faaet reduceret udgifterne noget, kan dog vel heller ikke dette verk for tiden gaa med fordel.

Specielt fremhæves i den ovenfor citerede beskrivelse, at japaneserne meget hurtig har adopteret de moderne europæiske arbejdsmethoder, endog med bessemering og elektrisk kraft-overføring, og at næsten alle anlæg, som oprindeligt blev monterede af udlændinger, nu bestyres af indfødte ingeniører. Ogsaa vil det være bekjendt, at Japan nu har oprettet baade en geologisk undersøgelse og et bergakademi. Dette i forbindelse med den energi og ordenssans, som karakteriserer japaneserne, samt den *endnu i Japan herskende yderst lave arbejdsløn*<sup>1)</sup> vil vistnok i den nærmere fremtid medføre en ikke uvæsentlig forøgelse af kobberproduktionen; og naar man vil stille horoskop for kobberets fremtidsudsigter, maa man tage alvorligt hensyn til Japan. Nogen næsten momentan udvikling, som i Montana-feltet i 1880-aarene, er dog vel ikke at vente, bl. a. fordi flere af de japanesiske forekomsten ikke synes at udmærke sig ved nogen særlig høi kobberrigdom. Til gjengjæld er arbejdslønnen — og derigjennem driftsudgifterne — meget lav.

**De Forenede Stater** dominerer nu aldeles hele verdensmarkedet for kobber og *salgsprisen paa kobber afhænger nu hovedsagelig af produktionsomkostningerne ved de store amerikanske verk*. Af de Forenede Staters to store kobber-felter, *Michigan* og *Montana*, som i 1894 leverede henholdsvis næsten sjette-

---

<sup>1)</sup> Daglønnen i Japan skal, omregnet i vore penge, kun være 25 til 40 øre (!).

parten og næsten fjerdeparten af verdens samlede kobberproduktion, skal vi først omtale Michigan-feltet, som er beliggende lige ved Lake superior, og som derfor til daglig gaar under navnet **Lake-feltet**.

(Eng. tons)	Kobberproduktion i Lake-feltet.	Deraf ved hoved- gruben, Calumet & Hecla.
1845	12 tons	
1850	572 —	
1855	2.593 —	
1860	5.388 —	
1865	6.410 —	(1867 603)
1870	10.922 —	6.277 tons
1875	16.089 —	9.586 —
1880	22.204 —	14.140 —
1885	32.209 —	21.093 —
1890	45.273 —	26.727 —
1891	50.992 —	29.000 —
1892	54.999 —	32.250 —
1893	50.270 —	27.675 —
1894	51.125 —	27.675 —

I Lake-feltet er tilsammen fra midten af 1840-aarene, da bergverksdriften her begyndte, indtil udgangen af 1894 bleven produceret *lidt over  $\frac{4}{5}$  mill. tons kobber* (nøiagtig 810.000 tons), hvoraf noget over halvdelen (nemlig ved udgangen af 1894 445.000 tons) stammer fra hovedverket, Calumet & Hecla. Ved dette sidste verk er der i en 30-aarig driftsperiode produceret næsten lige saa meget kobber som ved Fahlun i 700 aar, og omkring sex gange saa meget kobber som ved Røros i 250 aar.

I efterfølgende tabel finder man angivet ogsaa de vigtigste af de øvrige kobberverk i Lake-feltet.



Produktionen ved de vigtigste kobberverk i *Lake-feltet*.

(tons)	1880	1890	1893
Calumet & Hecla . .	14.100	26.700	27.700
Tamarack . . . . .	Intet	4.500	6.750
Quincy . . . . .	1.650	3.600	6.400
Osceola . . . . .	1.500	2.400	2.800
Atlantic . . . . .	1.050	1.600	1.900
Franklin . . . . .	1.000	2.500	1.550
Øvrige gruber . . .	2.900	4.000	4.000
Sum	22.200	45.300	51.100

Som det vil være almindelig kjendt, er ertsen i Lake-feltet (Keweenaw halvøen, Portage Lake og Ontanagon) *gedigent kobber*, som optræder dels i forskellige, hovedsagelig temmelig basiske porfyrdækker og dels i mellemleiet konglomerat og sandsten; navnlig er det i de sidstnævnte lag, at hovedmassen af kobberet er ansamlet.

Bergverksdriften paa kobber er i Lake-feltet meget enkel: det udminerede gods blir for den væsentligste del opfordret til dagen og altsaa kun ganske lidet gjensat nede i gruberne (disse altsaa drevne uden gjensætning<sup>1)</sup>); efter skeidning, hvorved kun ganske lidet bortskeides som uholdigt, underkastes godset opberedning, hvorved gehalten bringes op til 75—95% kobber; denne smeltemalm er saa rig paa kobber og samtidig i regelen saa vidt fri for forureninger, at den uden forberedende smeltningproces underkastes en raffinering (flammeovnsmeltning).

Lake-copper er følgerlig et raffinadkobber (ekvivalerende kobberet f. ex. Mansfeld og Røros), medens derimod Montanas kobberproduktion for en meget væsentlig del gaar ud som elektrolytkobber.

Ved Lake-verkerne, hvor kobberet vistnok undertiden er opblandet med gedigent sølv, men hvor dog i det hele og

<sup>1)</sup> Hermed stemmer, at fortømringsudgifterne i gruberne skal være meget betydelige. Her kan vi ogsaa indskyde, at der ved Calumet & Hecla var en stor og i sin tid meget omtalt grubebrand, i 1887.

store sølvgehalten er uden økonomisk betydning, har hidtil den elektrolytiske raffinering spillet en rent underordnet rolle; muligens vil dette dog blive forandret i fremtiden, bl. a. fordi man har gjort den erfaring, at det gedigne kobber paa dybet er lidt opblandet med forureninger, som arsen, antimon osv.

Disse Lake-gruber, hvoraf enkelte har været drevne af indianerne, før den hvide mands invasion, har i de sidste 10—15 aar været de toneangivende paa verdensmarkedet, om de end i de allersidste aar har maatte dele hegemoniet med Montana-feltet; forekomsterne er meget store, og produktionsomkostningerne i alle fald ved de vigtigere verk temmelig lave; man danner sig dog ofte overdrevne forestillinger om grubernes metalrigdom og om prisbilligheden ved udvindingen af kobberet, og man overser ofte, at vistnok er forhytningsudgifterne meget smaa, men til gjengæld er grubeudgifterne, ligegyldig om man regner efter ton udbrudt malm eller efter malmens indhold af metallisk kobber, forholdsvis høie.

For at give nærmere oplysning herom skal vi, paa grundlag af en række udførlige fremstillinger i „Mineral Industry“, 1892 og 1893, „Mineral Resources of the United States“ for de senere aar og tidsskriftet „Engineering and Mining Journal“, sammenstille nogle opgaver over malmens kobbergehalt, malmtilgangene og rentabilitetsforholdene.

For de fleste større gruber foreligger der detaillerede opgaver over, hvor meget kobber der er udvundet af det opberede gods (altsaa ikke af alt det udskudte eller af alt det opfordrede, men kun af det opberede gods, „stamped rock“).

*% kobber udvundet af det opberede gods:*

*Calumet & Hecla*, aarene 1875 til 1891, begge aar incl.: 4.30, 4.17, 4.55, 4.66, 4.61, 4.75, 4.61, 4.59, 4.45, 4.63, 4.40, 4.22, 3.52, 3.29, 3.01, 3.16, 3.31; altsaa tidligere oftest 4.5%, i de senere aar derimod kun 3.3%.

*Tamarack*, 1886—1892: 2.7, 2.6, 3.6, 3.3, 3.9, 2.5, 2.5 og 2.3; middel omkring 2.75%.

*Quincy*, 1881—91: 2.88, 2.79, 2.85, 2.86, 2.75, 2.76, 2.97, 2.71, 2.72, 2.04, 2.50; middel omkring 2.7% kobber.

*Osceola*, 1886—91: 1.3, 1.4, 1.1, 1.3, 1.4, 1.4; middel 1.3% kobber.

*Atlantic*, 1880—91: 0.62—0.75, middel 0.65—0.7 % *kobber*.

*Franklin* (dels i det opfordrede og dels i alt det udskudte gods), 1887—93: 1.12, 1.10, 1.164, 1.497, 1.227, 1.529, 1.402; altsaa i middel ca. 1.3% *kobber*.

*Kearsage*, 1889—92: 1.71, 1.32, 1.06, 1.08%; middel omkring 1.3—1.4 % *kobber* (i „stamped rock“).

Kun i hovedgruben, Calumet & Hecla, holder saaledes det gods, som gaar til opberedning, i middel *over 3% kobber*, *før endog 4.5% kobber*; i de to gruber, som i de senere aar med hensyn til produktionens størrelse har kommet nærmest efter Calumet & Hecla, nemlig i Tamarack og Quincy, møder vi en mildere gehalt af *omkring 2.75% kobber* i alt det gods, som opberedes; i flere gruber, Osceola, Franklin, Kearsage, er gehalten i middel 1.3% *kobber*; og i Atlantic samt i Huron (nylig nedlagt) og i Allouez (som maatte indstille driften i april 1892, da produktionsudgifterne ikke kunde reduceres under 12½ cts. pr. lbs.), synker vaskegodsets midlere gehalt endog helt ned til ca. 0.7% *kobber*.

Af de forskellige beretninger fremgaar, at den aller-væsentligste del af alt det udskudte gods gaar til opberedning; lidt — nemlig 5—20, middel omkring 15% — blir dog gjen-sat i gruberne eller senere bortskeidet i dagen. Regner vi i middel, at 85% af alt det udskudte er bleven opberedet, faar vi som resultat, at „*grubens midlere kobbergehalt*“ ved Calumet & Hecla i de senere aar har beløbet sig til *omkring eller henimod 3%*; ved Tamarack og Quincy til *omkring 2.50%*; ved Osceola, Franklin og Kearsage til *omkring 1.25%*; og endelig ved en del øvrige gruber, hvoraf enkelte er i drift, medens andre er nedlagte, har gehalten kun naaet op til 0.6—0.7%.

Vedrørende *produktionsomkostningerne pr. lbs. kobber* har de fleste kobberverk i Lake-feltet offentliggjort detailleret drifts-statistik, medens derimod andre — og deriblandt Calumet & Hecla, i de sidste 3 eller 4 aar — holder sine regnskaber aldeles hemmelige; alligevel ser redaktionen af „Mineral Industry“ (1892) sig istand til ogsaa for dette verks vedkom-mende at angive et i alle fald tilnærmelsesvis korrekt resultat.

I Lake-distriktet benyttes eng. pund, lbs. (= 0.4536 kg.) og cts. som enhed for produktionsomkostningerne og salgs-prisen af kobberet. For at lette oversigten over driftsud-

gifterne i forhold til salgprisen, skal vi først hidsætte en tabel over kobbernoteringerne i de senere aar:

Pris paa *Lake-copper* i New-York.

(Cts. pr. lbs.)	Høieste midlere maaneds- notering.	Laveste midlere maaneds- notering.	Midlere aars- notering.	Midlere salgspris- af Lake- copper.
1885	11 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{7}{8}$	11 $\frac{1}{8}$	
1886	12	10	11	
1887	17	10	11 $\frac{1}{4}$	
1888	17 $\frac{1}{4}$	16 $\frac{1}{8}$	16 $\frac{2}{8}$	
1889	17 $\frac{1}{4}$	11	13 $\frac{3}{4}$	12.00
1890	17	14 $\frac{1}{3}$	15 $\frac{3}{4}$	15.00
1891	14 $\frac{3}{4}$	10 $\frac{5}{8}$	12 $\frac{7}{8}$	12.50
1892	12 $\frac{3}{8}$	10 $\frac{3}{8}$	11 $\frac{1}{2}$	11.50
1893	12 $\frac{1}{8}$	9 $\frac{3}{4}$	10 $\frac{3}{4}$	10.50
1894		ca. 8 $\frac{3}{4}$	ca. 9 $\frac{1}{2}$	

De efterfølgende tabeller over de samlede produktionsomkostninger pr. lbs. kobber og over nettofortjenesten, ligeledes pr. lbs., er hovedsaglig hentede fra „Mineral Industry“, 1892, videre komplementerede ved diverse opgaver i amerikanske tidsskrifter for de sidste aar.

*Calumet & Hecla.*

(Cts. pr. lbs. kobber.)	Produktions- omkostninger.	Netto- fortjeneste.
1880	10.8 cts.	7.9 cts.
1881	10.6 —	7.3 —
1882	16.3 —	1.2 —
1883	7.8 —	7.2 —
1884	10.2 —	2.3 —
1885	7.9 —	3.3 —
1886	8.5 —	2.8 —
1887	9.7 —	2.4 —
1888	11.7 —	3.2 —
1889	8.5 —	3.8 —
1890	9.4 —	5.3 —
1891	10.0 —	3.1 —



*Tamarack.*

(Cts. pr. lbs.)	Produktions- omkostninger.	Netto- fortjeneste.
1886	8.1 cts.	2 cts.
1887	8.2 —	2 —
1888	(?) 5.7 —	8.2 —
1889	(?) 6.2 —	6.7 —
1890	(?) 7.2 —	4.7 —
1891	(?) 6.6 —	(?) 7.5 —
1892	(?) 6.7 —	(?) 4.8 —

Denne sidste tabel, for Tamarack, er dog neppe korrekt; ifølge andre, mere detaillerede og antagelig ogsaa mere paa-  
lidelige opgaver skulde produktionsomkostningerne ved Ta-  
marack i de 4 sidste budgetaar, 1890—91, 1891—92, 1892—93,  
og 1893—94, have beløbet sig til resp. 9.11, 7.64, 8.03 og  
8.31 cts. pr. lbs.; og ifølge en fremstilling i „Eng. & Min.  
Journ.,” 20de okt. 1894, skulde regnskabet i de to sidste aar  
have stillet sig som følger:

*Tamarack.*

(Cts. pr. lbs.)	1892—93	1893—94
Grubeudgifter . . . . .	5.31 cts.	5.56 cts.
Smeltning, transport osv. . . .	1.77 —	1.61 —
Nyanlæg. . . . .	0.95 —	1.14 —
Sum udgift . . . . .	8.03 cts.	8.31 cts.
Salgspris . . . . .	11.53 —	9.15 —
Netto pr. lbs. kobber . . . .	3.50 cts.	0.84 cts.

*Quincy.*

(Cts. pr. lbs.)	Produktions- omkostninger.	Netto- fortjeneste.
1877	12.3 cts.	3.9 cts.
1878	10.3 —	} Ikke opgivet.
1879	9.7 —	
1880	9.7 —	
1881	10.0 —	8.0 —
1882	9.5 —	7.6 —
1883	9.7 —	4.3 —
1884	8.5 —	3.6 —
1885	7.4 —	4.7 —
1886	7.4 —	3.4 —
1887	8.6 —	3.2 —
1888	10.9 —	5.8 —
1889	9.3 —	2.6 —
1890	8.2 —	7.2 —
1891	9.1 —	3.5 —
1892	8.77 —	Ikke opgivet.

*Osceola.*

(Cts. pr. lbs.)	Produktions- omkostninger.	Netto- fortjeneste.
1886	8.6 cts.	1.8 cts.
1887	9.8 —	1.8 —
1888	11.6 —	3.5 —
1889	10 —	1.8 —
1890	11.24 —	4.4 —
1891	10.11 —	2.4 —
1892	9.12 —	} Ikke opgivet.
1893	9.48 —	

*Atlantic.*

(Cts. pr. lbs.)	Produktions- omkostninger.	Netto- fortjeneste.
1882	13.8 cts.	3.7 cts.
1883	12.9 —	2.3 —
1884	10.9 —	0.9 —
1885	9.5 —	1.6 —
1886	9.6 —	1.5 —
1887	9.9 —	2.4 —
1888	10.0 —	4.7 —
1889	10.5 —	1.8 —
1890	11.8 —	3.1 —
1891	11.8 —	0.7 —

Produktionsomkostningerne ved *Kearsage*:

1889	1890	1891	1892
9.52	10.68	11.52	12.22 cts.

*Allouez* blev nedlagt april 1892, da det viste sig umulig at bringe produktionsomkostningerne under 12½ cts. pr. lbs.

Ifølge opgave i „Mineral Resources“, for 1889 og 1890, skulde den midlere produktionsudgift for hele Lake-feltet i 1889 have beløbet sig til 10.74 cts. (samtidig i Montana-feltet omkring 11 cts.; i Arizona-feltet omkring 10 cts.); under de allersidste aars daarlige konjunkturer har det dog lykkedes at faa reduceret udgifterne ganske betydeligt.

Af de totale udgifter kræver opberedningen, smeltningen samt transporterne oftest kun 0.75—2.5, middel 1.5 cts. pr. lbs.; resten konsumeres af nyanlæg samt af grubendgifterne, hvilke sidste i det hele og store falder temmelig høje; gruben kræves oftest over 75% af de samtlige udgifter.

Ved *Calumet & Hecla* var der siden verkets begyndelse i 1867 til og med 1891 bleven udbetalt i dividende 37.350.000 dl.; samtidig var bleven produceret omkring 358.000 tons kobber; pr. ton kobber var altsaa den midlere fortjeneste 105 dl. eller pr. lbs. kobber 4.7 cts. Ogsaa i de allersidste aar har verket udbetalt ganske betydelig dividende; da der dog for disse aar ikke er offentliggjort detailregnskab, kan man ikke udsige noget sikkert om produktionsudgifterne. I

forskjellige notitser, saavel i amerikanske som i tyske tidskrifter, er bleven paastaaet, at aarsagen til hemmelighedsfuldheden ved Calumet & Hecla i de allersidste aar er at søge i, at de store dividender tildels er blevne tagne af de faste fonds eller reservekapitaler, og at verkets netto-fortjeneste under de sidste aars lave konjunkturer skal have været meget liden eller kanske endog ingen. Selv om dette dog er overdrivelse, er det i alle fald en kjendsgjerning, at kursen paa selskabets aktier har dalet noget (jan. 1893 kurs 295—320 dl. pr. aktie, hvorpaa oprindeligt, i slutten af 1860-aarene, var indbetalet 25 dl.; juli 1893 kurs 247—280 dl.; opgaver fra sommeren 1894, da kobberpriserne naaede sit minimum, har jeg ikke kunne faa fat i).

Ved *Tamarack*, som er en af de mest rentable kobbergruber i den hele verden, beløb produktionsomkostningerne i de fire sidste aar, 1891—94, sig til 9.11, 7.64, 8.03 og 8.31 cts. pr. lbs. (= 670 kr. pr. ton).

Ved *Quincy*, hvor ligeledes kursen paa aktierne har aftaget temmelig stærkt under de senere aars daarlige konjunkturer for kobber, synes produktionsomkostningerne for tiden neppe at kunne reduceres til under 8.25 à 8.50 cts. pr. lbs.

Ved *Osceola* har produktionsomkostningerne i de senere aar ikke været under 9 cts.; ved *Atlantic* ikke under 11 cts.; tilsvarende forhold møder vi ogsaa ved *Kearsage*; og en række forskjellige Lake-gruber, som tilmed gennem længere aarrækker har været drevne i ganske betydelig stil — saaledes Allouez, Cliff, Huron, Isle Royal, Minnesota, National, Pelvabie med flere — har i de senere aar maattet indstille driften, fordi arbeidet ikke længere lønnede sig. At produktionen i det hele seet alligevel har været i tiltagende, skyldes den kolossale drift først og fremst i Calumet & Hecla og videre i Tamarack og Quincy; navnlig kan vi fæste opmærksomheden ved den i nærheden af Calumet & Hecla beliggende Tamarack-grube, hvor arbeidet for alvor først begyndte i 1885, men hvis to dybeste skakter allerede har naaet større dyb end ved nogen anden grube i verden; 15de mai 1894 havde nemlig disse to Tamarack-skakter naaet et dyb af resp. 4020 og 3915 eng. fod, medens den tredie dybeste skakt i verden, ved en belgisk kulgrube, er 3900 eng. fod dyb.

Som vi allerede ovenfor har berørt, falder Lake-feltet



topografisk i 3 underafdelinger, nemlig spidsen („Point“) af Keeweenaw halvøen, Portage Lake og Ontanagon; som en fjerde underafdeling kunde nævnes Isle Royal, hvor dog arbeidet allerede for flere aar siden blev nedlagt. I de aller-sidste aar har man ogsaa maattet indstille samtlige gruber ved Keeweenaw Point, heriblandt ogsaa fundgruben i det hele distrikt, nemlig Central mine, hvis malmforraad opgives at være fuldstændig afbygget; ligeledes er omtrent alle gruber ved Ontanagon blevne nedlagte, og det hele arbejde er nu koncentreret ved Portage Lake. Her finder man, inden et territorium af længde 25 km. og bredde kun 3—4 km., samlet alle de store gruber, Calumet & Hecla, Tamarack, Quincy, Osceola, Atlantic, Franklin, videre Peninsula, Huron osv. samt de nedlagte gruber Allouez, Pelvabic, Phønix osv.

Hele det kobberførende porfyr-konglomerat-felt ved Lake superior, hvilket felt ikke har nogen særdeles stor udbredelse, har nu i de sidste 30—40 aar været gjenstand for meget indgaaende undersøgelse; det er følgelig ikke sandsynligt, at man her kan opdage nye forekomster af nævneværdig betydning, og det fremhæves udtrykkelig i de amerikanske publikationer, at man i de senere aar ikke har gjort større nyfund.

Fremtidsudsigterne for det hele vil saaledes hovedsaglig afhænge af malmtilgangene i de allerede eksisterende gruber; og interessen knytter sig fortrinsvis til de mange vigtige gruber i Portage-Lake-distriktet.

Om størrelsen af malmforraadet her foreligger der desværre kun meget sparsomme oplysninger. Fra hovedforekomsten, Calumet & Hecla, berettes i midten af 1880-aarene, at man skulde have opfaret en synbar beholdning i gruberne beregnet til omkring  $\frac{2}{3}$  mill. tons kobber, og i den sidste aarsberetning, som verket har publiceret, nemlig for driftsterminen 1890—91, faar man den oplysning, at de da opfarede beholdninger skulde svare til 16—17 aars drift med nuværende produktion 30.000 tons; det vil sige, den synbare beholdning skulde naa en størrelse af  $\frac{1}{2}$  mill. tons kobber. Ogsaa i mange af de øvrige gruber her er der selvfølgelig meget storartede malmforraad; dog kan man ikke undlade at fæste opmærksomheden ved, at driften ofte gaar overordentlig hurtig mod dybet, — noget, hvorpaa Tamarack med sine 4000 fod

dybe skakter afgiver et instruktivt eksempel; — og i alle beskrivelser fra de senere aar fremhæves, at de „øvre dyb“, hvor kobberet udmærkede sig ved størst renhed, allerede er afbyggede. Enkelte gruber, som f. ex. fundgruben Central, ved Keeweenaw Point, har man ogsaa maattet nedlægge, fordi malmforraadet allerede var afbygget.

Man kan med fuld sikkerhed gaa ud fra, at Lake-feltet endnu i en meget lang aarrække vil kunne fortsætte sin kolos-produktion (i de senere aar omkring eller lidt over  $\frac{1}{20}$  mill. tons kobber aarlig, svarende til  $\frac{1}{6}$  af den hele verdens-produktion), og man maa ogsaa være forberedt paa forøgelse af produktionen; men paa den anden side maa ogsaa fremhæves, at malmforraadet ogsaa her er begrændset; vi har her ikke at gøre med forekomster, som praktisk talt kan siges at være udtømmelige. Lake-feltet, hvor den egentlig store produktion først begyndte for 20 aar, har endnu ikke gjen-nemgaaet nogen „ildprøve“ i lighed med Cornwall og Chili, hvad bedst illustreres derved, at hele Lake-feltet til dato kun har leveret omkring  $\frac{4}{5}$  mill. tons kobber, medens Cornwall-halvøen har præsteret omkring  $1\frac{3}{4}$  mill. tons og Chili 2— $2\frac{1}{4}$  mill. tons; man vil vistnok med forbauselse ogsaa ovenfor have lagt mærke til, at Calumet & Hecla endnu ikke har produceret saa meget kobber som det nu saa beskedne Fahlun kobberverk i Sverige.

Alle de foreliggende kjendsgjæringer tyder paa, at det kobber-forraad i Lake-feltet, som ved nutidens lave kobber-priser med fordel kan exploiteres, maa maales med samme maalestok som de oprindelige kobbermalmtilgange paa Cornwall-halvøen og i Chili; det vil sige, maalestokken er millioner tons, men ikke ti-millioner eller hundrede-millioner.

I **Montana**, hvor nogen større bergverksdrift paa kobber først paabegyndte omkring 1880 eller 1882, og hvor hoved-gruben, *Anaconda*, blev solgt i 1881 som formodet sølvgrube for den beskedne sum 29.000 dl., har produktionen af kobber udviklet sig med en hurtighed, som er rent exceptionel selv efter amerikanske forholde; og Montana, som i slutten af 1870-aarene ikke leverede stort mere kobber end vort land, har i de allersidste aar endog overfløiet Lake-superior; *for tiden er Montana verdens vigtigste kobberproducent.*

(Eng. tons).	Kobberproduktion i Montana.	Deraf ved hoved- gruben Anaconda.
1882	4.043 tons	(Bagatel).
1884	19.238 —	10.265 tons
1886	25.718 —	14.850 —
1888	43.977 —	28.225 —
1890	49.534 —	28.600 —
1891	50.161 —	20.750 —
1892	71.898 —	45.000 —
1893	69.066 —	33.600 —
1894	79.730 —	42.410 —

Af øvrige meget store kobberverk i Montana kan nævnes Boston & Montana-verket, i 1893 med produktion omtrent 15.000 tons kobber, og Butte & Boston-verket, i 1893 med produktion omkring 9.000 tons kobber.

I Montana, hvor kobbergruberne er samlede inden et ganske lidet felt, ved byen *Butte*, er ertsen *kobberkis*, dels opblandet med brogetkobber og kobberglans og dels med svovlkis; og disse ertser optræder gangformig — i forholdsvis korte, men ofte meget mægtige gange — i en relativt basisk granit, som flersteds viser overgang mod diorit. En yngre eruption af rhyolit, som gjennemsætter graniten, synes ifølge fremstilling af den amerikanske geolog *S. F. Emmons* at have „some relation to the ore-deposition“.

I geologisk henseende synes disse Montana-forekomster at have en vis lighed med Cornwall- og Chili-felterne samt med vore egne kobbermalmforekomster i Thelemarken; i mineralogisk og metallurgisk henseende derimod kan man nærmere sammenstille Montana med f. ex. Røros og Sulitelma. Der er dog bl. a. den ikke uvæsentlige forskjel, at Montana's kobbermalm er *temmelig rig paa sølv og guld*, saa disse ædle metaller, som vi i det følgende skal omtale, ved den metallurgiske fremstilling falder som biprodukt af ikke uvæsentlig økonomisk betydning.

I Montana underkastes den skeidede kobbermalm, hvoraf oftest udbringes 5—10 %, middel omkring 5.5—7.5 % kobber

først en smeltning paa raasten i waterjacket-ovn; derpaa bessemeres raastenen, der oftest holder 40—60 % kobber, til Manhès-kobber (med 99 % kobber). Indtil dette stadium falder Montana-processen temmelig nøie sammen med Røros-processen; den endelige raffinering derimod sker i Montana-feltet for en meget væsentlig del ad elektrolytisk vei, hvorved de ædle metaller udskilles som biprodukt. Af hele de Forenede Staters kobberproduktion, stor 147.000 tons i 1893, var saaledes i nævnte aar ikke mindre end 38.000 tons elektrolyt-kobber; og i det allersidste aar har den elektrolytiske proces her vundet endnu større udbredelse <sup>1)</sup>).

I Montana- eller Butte-feltet, hvor hyttedriften i middel kræver 60 % af de totale driftsudgifter, har de metallurgiske processer vundet en meget høj grad af fuldkommenhed; specielt kan vi nævne, at Anaconda-verket baade har det største bessemer- eller Manhès-anlæg og det største elektrolyt-anlæg (efter Thofehrn's system), som hidtil overhovedet er bygget; elektrolyse-udgifterne opgives til kun 0.6 cts. pr. lbs. (= kr. 48.50 pr. ton kobber; til sammenligning kan paapages, at Siemens & Halske i Berlin sommeren 1893 for eventuelt norsk anlæg opgav elektrolyseudgifter, medregnet amortisation og administration og med Manhès-kobber som udgangsmaterial, til 55 Rm. pr. ton kobber).

Som vi allerede ovenfor har berørt, fører kobbermalmgangene i Montana dels kobberkis, med kobberglans og brogetkobber, og dels kobberkis med svovlkis, — altsaa dels særdeles rige malme og dels vanlige, mere fattige malme. I de „øvre gangdyb“ var de rige ertser stærkt forherskende, og da tilmed disse rige ertser, med 40—60 % kobber eller derover, i de første aar i stor udstrækning blev forsendt fra Montana til forsmeltning dels i den østlige del af de Forenede Stater og dels i Europa, kom strax ud den opfatning, at Buttemalmen gennemgaaende skulde udmærke sig ved exceptionel høj kobbergehalt; dette var dog, som nærmere udviklet i en udførlig artikel af *A. R. Ledoux* „The future of copper production in Montana“, i „Mineral Industry“, 1893, en fuldstændig misforstaaelse.

---

<sup>1)</sup> I 1894, totalproduktion i de Forenede Stater af kobber = 160.000 tons; deraf 67.000 tons (eller 42 %) elektrolytkobber.



Ifølge denne fremstilling, som gjør indtryk af at være skreven baade med samvittighedsfuldhed og med indgaaende sagkundskab, skal de rige malme i det dyb, hvor man nu arbejder, nemlig omkring 200—350 m. under dagen, være blevne forholdsvis sjældne; *og den ordinære smeltemalm for hele Butte grubefeltet opgives i 1893 at have holdt 6.72 % kobber (smeltetab ikke fraregnet) samt 6 unzer sølv pr. short ton (2000 lbs).* De mindre gruber sætter sig som maal at bringe smeltemalmen op i gehalt 9 % (smeltetab fraregnet), og dette kan her endnu opnaaes ved tilsats af rig malm; men ved de større, længere mod dybet drevne gruber er de rige malme blevne sjældnere, saa middelgehalten her er adskillig reduceret. Tager man hensyn til smeltetabet, skulde der, fremdeles ifølge *Ledoux*, i hele Butte-distriktet i aar 1893 kun være udbragt netto af malmen  $5\frac{1}{2}$  % kobber, samt noget sølv og guld, hvorom mere nedenfor.

Grubeudgifterne pr. ton malm opgives af *Ledoux* til 2.60—3.50 dl., middel 3.00 dl. pr. ton, — et overslag, som meget smukt bestyrkes derved, at i en senere fremstilling i „Eng. Min. Journ.“, 18de aug. 1894, beregnes udgifterne pr. ton til i middel 3.29 dl.; transporten til hytten opføres af *Ledoux* til 0.60 dl. pr. ton; 1 ton malm frit leveret ved hytten skulde altsaa belastes med 3.60 dl. (= kr. 13.15); eller, idet der udbringes  $5\frac{1}{2}$  % kobber, skulde grubeudgifterne pr. ton udbragt kobber beløbe sig til 3.3 cts. pr. lbs. (= ca. kr. 240 pr. ton kobber). Malmens sølv- og guldindhold er her forudsat leveret gratis.

Hytteudgifterne, medregnet elektrolysen, beløber sig til  $4\frac{1}{2}$ — $5\frac{1}{2}$  cts. pr. lbs, middel 5 cts.; fragt til New-York 0.7 cts.; commissionsudgifter o. s. v. 0.5 cts., — sum  $9\frac{1}{2}$  cts. pr. lbs, leveret i New-York. Hertil kommer endnu  $\frac{1}{2}$  cts. i ny-anlæg ved gruberne, men til gjengjæld vinder man ved elektrolysen sølv og guld ekvivalerende 2— $2\frac{1}{2}$  cts. pr. lbs; leveret i New-York skulde altsaa produktionsudgifterne kunne anslaaes til omkring 7.5 lbs. pr. cts.

*Ledoux* resumerer sine resultater paa følgende maade:

1. Malmen ved Butte udbringer nu i middel  $5\frac{1}{2}$  % kobber i netto; og gennemsnitsgehalten vil ikke falde under 5 %.
2. Dette kobber koster nu i produktionsomkostninger  $9\frac{1}{2}$  cts. pr. lbs., leveret i Montana (det som biprodukt vundne

sølv og guld ikke belastet med nogen udgift). 3. Værdien af sølv og guld svarer til en netto fortjeneste af noget over 2 cts. pr. lbs., ved sølvpris 65 cts pr. unze og elektrolytisk kobber  $9\frac{1}{2}$  cts. 4. Den nuværende produktion kan oprettholdes gennem mindst 10 aar.

Hertil knytter han følgende bemærkninger: 1. I fremtiden vil „second-class ore“, med 6.7 % virkelig chemisk kobberindhold, være den eneste malm, som man med sikkerhed kan bygge paa. Kobbertabet ved opberedningen sættes til 15 %, kanske mere; og smeltetabet til 10 %. — 2. Grubeudgifterne vil neppe kunne reduceres noget videre, hytteudgifterne derimod nok noget, om end neppe særdeles væsentlig. — 3. Ved beregning af indtægten af sølv er gaaet ud fra middelpriisen i 1893, nemlig 65 cts. pr. unze sølv; senere er sølvprisen faldt betydelig. Ved 50 cts pr. unze sølv og  $5\frac{1}{2}$  % midlere netto kobbergehalt i malmen, giver malmens sølv- og guldgehalt en indtægt ekvivalerende 2 cts. pr. lbs. kobber; ved kun 5 % kobber i malmen derimod indtægt  $1\frac{3}{4}$  cts. — 4. I de større gruber har man opfaret synbare beholdninger svarende til 2—5 aars produktion efter den nuværende størrelse.

De dybeste skakter i Butte-distriktet havde i 1893 naaet ned til et dyb af 1.300 fod; den egentlige afbygning af malmen naaede dog endnu ikke ned til mere end 1.100 fods dyb. Malmen fortsætter fremdeles med meget stor mægtighed mod dybet, men den gennemsnitlige gehalt paastaaes her, som i Chili, at være bleven reduceret.

Ved hovedverket, Anaconda, opgives for driftsterminen  $\frac{1}{7}$  93— $\frac{1}{7}$  94 følgende budget:

Indtægt . . . . . 11.131.731 dl.

Udgift . . . . . 8.303.642 „

---

Difference . . . . . 2.828.099 dl.;

efter fremstilling i „Eng. & Min. Journ.“, for 18de aug. 1894 er dog denne difference ikke at identificere med netto-indtægt, idet en meget væsentlig del skal være medgaaet til nyanlæg.

Ved det næst største verk, Boston & Montana, som i 1893 producerede 15.000 tons kobber, udbragtes af malmen ved verkets ene hytte i 1892 9.176 %, i 1893 9.73 % og i 1894 ca. 8.3 % kobber; ved verkets anden hytte, beliggende ved det store

vandfald „Great Falls“ i Missouri-elven, i det sidste halvår 1893 (eller af terminen 1892—93) kun 4.75 % kobber, i første halvår 1894 (eller af terminen 1893—94) 7.05 og i de sidste halvår 9.4 %. Produktionsomkostninger — dog ikke fraregnet indtægterne (2 cts.?) af de ædle metaller — beløb sig i 1890—91 til 9.58 etc.; i 1891—92 til 9.21 cts. og i 1893 (eller 1892—93) til 8.4 cts. pr. lbs.

Ifølge en anden opgave, i „Eng. and Min. Journ.“, 24de marts 1894, skal produktionsomkostningerne, fraregnet indtægt af sølv og guld, ved Boston & Montana-verket i 1893 have andraget til 7.7 cts. pr. lbs. kobber.

Ogsaa **Arizonas** kobberproduktion har i de senere aar udviklet sig meget hurtig:

Kobberproduktion i Arizona.	
1882. . . . .	8 029 eng. tons kobber
1884. . . . .	11.935 — —
1886. . . . .	7.147 — —
1888. . . . .	14.821 — —
1890. . . . .	16.508 — —
1892. . . . .	17.135 — —
1893. . . . .	19.542 — —
1894. . . . .	19.600 — —

De største kobberverk i Arizona er:

Produktion i 1893.	
Copper Queen . . . . .	6 020 tons kobber
United Verde. . . . .	4.100 — —
Arizona . . . . .	3.500 — —
Old Dominion . . . . .	3.400 — —

I alle fald ved enkelte af Arizona-verkerne, som arbejder dels paa karbonatmalme og dels paa sulfidmalme med midlere kobbergehalter, har det økonomiske resultat i de senere tider i alle fald ikke været saa tilfredsstillende som ved Lake- og Butte-felterne; det berettes dog nu, at man ogsaa i Arizona venter opsving at kobberdriften. — Ved det enkelte verk Arizona Copper Comp. opgives driftsterminen 1893—94, ved midlere salgspris 8.79 cts., hverken at have medført tab eller fordel.

De øvrige nordamerikanske stater producerede i 1893 kun en forholdsvis bagatel kobber nemlig: Colorado 3.179 tons kobber; Californien 1.261 tons; Utah 585 tons og nogle øvrige stater et par 100 tons hver.

Vedrørende udsigterne for de nærmest følgende aar vil vi særlig betone, at der under de nuværende arbejdsmethoder og under den overalt i de Forenede Stater herskende høie arbejds løn<sup>1)</sup> her neppe for tiden er noget større kobberverk, som i længden kan soutinere ved pris kun 7 cts pr. lbs (= 565 kr. pr. metrisk ton); ved salgspris  $7\frac{1}{2}$  cts. pr. lbs. (= 605 kr. pr. ton) er der kun et faatal af gruber, deriblandt dog flere af de allerstørste, som kan gaa netop paa balance, uden tab, men ogsaa uden fordel, medens ved denne pris driften ved de fleste gruber medfører betydelige tab; ved 8 cts. (= 645 kr. pr. ton) vil vistnok en flerhed af de største og bedst situerede verk gaa med en vis fordel, men udbyttet til aktionærene vil ikke blive stort, og talrige gruber, heriblandt ogsaa mange af de betydeligere, vil selv ikke ved denne pris kunne bære sig; ved  $8\frac{1}{2}$ —9 cts. (= 685—725 kr. pr. ton) blir det økonomiske udbytte til aktionærene ved de bedst situerede verk nogenlunde tilfredsstillende, medens adskillige gruber selv ved denne pris gaar med tab. Først ved  $9\frac{1}{2}$ —10 cts. (= 765—805 kr. pr. ton) har aktionærene ved en flerhed af de amerikanske kobberverk grund til at være nogenlunde tilfredse med den maade, paa hvilken de har disponeret sine kapitaler; og ved over 10 cts. vil udbyttet paa mange steder være betydeligt.

Til sammenligning kan vi gjøre opmærksom paa, at prisen under den store „baisse“ i midten af 1880-aarene neppe nogensinde gik under  $9\frac{1}{2}$  cts. (for Lake-copper), og at gennemsnitsprisen for de to aar 1885 og 1886 opføres med 11 og  $11\frac{1}{8}$  cts.; i de allersidste aar derimod har prisen sunket adskillig lavere, i 1893 til minimum  $9\frac{3}{4}$ , kanske  $9\frac{1}{4}$  cts. og aarsmiddel  $10\frac{1}{2}$ — $10\frac{3}{4}$  cts. og i 1894 til minimum 9— $9\frac{1}{8}$ , undtagelsesvis endog  $8\frac{7}{8}$  og aarsmiddel  $9\frac{1}{2}$  cts., — alt for Lake-copper frit leveret i New-York; for Montanakobber  $\frac{1}{2}$  cts. og Arizona-kobber  $\frac{3}{4}$  cts. (leveret i Arizona?) lavere.

<sup>1)</sup> Exempelvis kan nævnes dagløn ved Arizonas kobberverk: Minerere 2.70—3.25 dl.; mexikanske minerere 2.25—2.50 dl.; almindelige arbejdere 1.80—2 dl.; de forskjellige slags hyttearbejdere 3.25—4 dl., 2.70—3.25 dl., 2.90—3.60 dl., 2.70—3 dl., 3.60—4 dl.; smeder 4—5 dl.



Prisen paa Lake-copper, leveret i New-York, har aldrig været saa lavt nede som  $8\frac{1}{2}$  cts. (= 685 kr. pr. m. ton); og selv om en enkelt dags- eller uges-notering skulde gaa saa lavt ned, er en saa stærkt reduceret gennemsnitspris for tiden neppe at befrygte.

*De for tiden største kobberverk rundt om i verden er:*

	Produktion i 1893.	Produktion i 1894.
Anaconda, Montana . . . . .	33.600 tons	42.410 tons
Rio Tinto, Spanien . . . . .	31.100 —	33.000 —
Calumet & Hecla, Michigan . . .	27.700 —	27.700 —
Boston & Montana, Montana . . .	15.000 —	26.000 <sup>1)</sup> —
Mansfeld, Tyskland . . . . .	14.200 —	14.990 —
Tharsis, Spanien . . . . .	11.000 —	11.000 —
Butte & Boston, Montana . . . .	9.100 —	—
Boleo, Mexico . . . . .	8.000 —	10.400 —
Tamarack, Michigan . . . . .	6 700 —	6.900 —
Quincy, Michigan . . . . .	6.400 —	7.000 —
Ashio, Japan (1891) . . . . .	6.100 —	—
Copper Queen, Arizona . . . . .	6.000 —	5.700 —
Cape Comp., Capkolonien . . . .	5.200 —	—
Mason & Berry, Spanien . . . . .	4.400 —	—
United Verde, Arizona . . . . .	4.100 —	4.900 —
Sum	190.600 tons	—

Af øvrige ganske betydelige kobberverk kan nævnes:

Med produktion *omkring 3000 tons* kobber aarlig: Osceola i Lake-feltet; Parrott i Montana; to verk, Arizona Comp. og Old Dominion i Arizona; Quebrada i Venezuela; Wallaroo-Moonta i Syd-Australien.

Med produktion *omkring 2000 tons* kobber aarlig: Atlantic og Franklin i Lake-feltet; saavidt vides flere verk i Montana

<sup>1)</sup> For det nu forenede Boston—Montana- og Butte—Boston-verk.

og Arizona; Canadas største nikkel-kobber-verk; Tilt Cove i Ny-Foundland; Coro-coro i Bolivia; Besshi i Japan, o. s. v.

I ovenstaade oversigter skulde ogsaa have været medtaget de største kobberverk i Chili; det har dog ikke lykket mig herfra at faa den fornødne detail-statistik.

Til sammenligning kan indskydes en opgave over kobberindholdet i smeltetmalm og exportkis ved de norske kobberverk (i 1894).

Netto kobberindhold i:

(Tons).	Smeltetmalm.	Exportkis.	Sum.
Røros . . . .	700	425	1 125
Sulitelma . .	400	800	1 200
Aamdal . . .	310		310

De 3 største kobberverk, *Anaconda, Rio Tinto og Calumet & Hecla*, leverer i sum for tiden (for aar 1893) næsten tredieparten eller nøiagtig 31.5 %) af den totale kobberproduktion; halvdelen af verdens samlede produktion er fordelt paa et faatal af kun 9 forskjellige kobberverk, deraf 3 i Montana, 2 i Lakefeltet, 2 i Spanien, 1 i Tyskland og 1 i Mexico; og de to trediedele af den totale produktion er fordelt paa de 18 største kobberverk, deraf halvparten i de Forenede Stater.

### Kobbermalmforekomsternes geologi.

Det ligger udenfor rammen af nærværende arbeide at gaa detailleret ind paa spørgsmaalet om kobbermalmforekomsternes geologi og genesis; dog kan en ganske kort oversigt være af en vis interesse<sup>1)</sup>.

Først vil vi paapege, at de allerfleste kobbermalmforekomster paa en eller anden maade (ved magmatiske koncen-

<sup>1)</sup> Forhaabentlig vil jeg ved en senere anledning kunne behandle det foreliggende thema mere udførligt.

trationsprocesser; pneumatolyse eller fumarolvirksomhed; diverse sekundærprocesser, o.s.v.) staar i et eller andet genetisk afhængighedsforhold til eruptiver; kun et faatal af kobbermalforekomsterne er dannede ved sedimentation.

Til de *sedimentære* forekomster regner vi den *tyske kobberskifer*, hvis kobberindhold af de allerfleste geologer ansees at være kommet ind i skiferen samtidig med skiferens bundsætning; denne opfatning er vistnok fra forskjelligt hold bleven bestridt, efter mit kjendskab til sagen dog med urette. — Med den tyske kobberskifer kan man i genetisk henseende antagelig (?) sidestille den *russiske kobbersandsten* (i Perm).

Følgende forekomster staar utvivlsomt i en eller anden umiddelbar genetisk relation til eruptivprocesser eller eruptivbergarter:

Forekomsterne

paa *Cornwall-halvøen*;

i *Montana-feltet*;

i *Lake-feltet*;

samtlige eller i alle fald de allerfleste forekomster i *Chili*:

de *italienske (toscanske)* forekomster;

de *canadiske nikkel-kobber*-forekomster;

*Kedabeg* i *Kaukasus* samt flere forekomster i Ural;

*Moonta* i *Australien*;

desuden talrige mindre felter rundt om i verden, af hvilke vi kommer til at nævne enkelte i det følgende.

Videre kunde vi her ogsaa medtage de *spanske kisforekomster*, Rio Tinto, Tharsis o.s.v., samt de hermed analoge *norske kisforekomster*, Røros, Sulitelma o.s.v. Disse forekomsters geologi er et meget omstridt thema; det er dog en udisputabel kjendsgjerning, at i alle fald de norske kisforekomster staar i en eller anden relation til en bestemt eruptiv, saussuritgabbro; hvorledes denne relation kan være at forklare, er derimod fremdeles underkastet debat.

Selv om vi ikke tager hensyn til disse spanske og norske kisforekomster — med analoge dannelser f. ex. ved Rammelsberg i Tyskland og Agordo i Italien — har vi kjendskab til den geologiske optræden af forekomster repræsenterende ca. 170.000 tons kobberproduktion, altsaa over halvparten af den totale aarlige kobberproduktion;

heraf stammer ca. 10 % fra *sedimentære* forekomster og ca. 90 % fra forekomster, som paa en eller anden maade staar i umiddelbart afhængighedsforhold til *eruptivprocesser* (eller *eruptivbergarter*).

Af disse tal udleder vi den generelle slutning, at den overveiende del af verdens samlede kobbermalmforekomster staar i „relation til eruptiver“\*).

De talrige forekomster, som vi her foreløbig har indrubriceret under den store og meget omfattende kategori „staaende i relation til eruptiver“, kan deles i en række temmelig heterogene undergrupper, af hvilke vi her ganske kort skal gennemgaa de vigtigste.

1. *Forekomster dannede ved magmatiske koncentrationsprocesser* (i eruptiver før og under smeltemassens afkjøling).

1a. Forekomster af *nikkelholdig magnetkis*, ledsaget af *kobberkis*, i *gabbrobergarter*. Hid hører de norske nikkelmalmforekomster, paa Ringerike, i Smaalenene, Bamle, Evje, Værdalen, Senjen osv., som i de senere tider har leveret aarlig omkring 100 tons nikkel og 50 tons kobber, altsaa i alle fald for kobber en fuldstændig bagatel; videre de analoge *canadiske* nikkelforekomster, med aarlig produktion omkring 2000 tons nikkel og 3000—4000 tons kobber. For *nikkel* er denne forekomstgruppe af overordentlig stor betydning, idet de hidhørende canadiske forekomster nu leverer omkring halvparten af den totale nikkelproduktion (den nycaledonske garnierit den anden halvpart); for *kobber* derimod er disse forekomster, som kun leverer med rundt tal 1 % af den totale aarlige kobberproduktion, kun af underordnet interesse, og det er hovedsaglig af hensyn til det theoretiske system, at de overhovedet her nævnes.

1b. Geologisk analoge forekomster af *kobberkis*, *brogetkobber* o.s.v., i *olivinbergarter* (peridotiter). Den italienske geolog

---

\*) I modsætning hertil kan paapeges, at f. ex. for jernets vedkommende stiller forholdet sig aldeles omvendt, idet de fleste for tiden i drift værende jernmalmforekomster er dannede ved hydrokemiske processer, sedimentation og metasomatose, uden relation til eruptiver. — De store eruptive, titanrige jernmalmforekomster spiller endnu i teknisk henseende kun en høist underordnet rolle.



*B. Lotti* henregner herunder de *toscanske* kobbermalmforekomster, repræsenterende høist 1 % af den totale kobberproduktion.

2. *Gangforekomster i og ved eruptiver*, dannede ved „*eruptive eftervirkningsprocesser*“ (pneumatolyse pneumatohydrogenese, solfatar- og fumarolvirksomhed, o.s.v.).

De franske geologer, med *Elie de Beaumont* og *Daubrée* i spidsen, har som bekjendt inddelt alle de hidhørende forekomster i to store hovedgrupper, „*filons stannifères*“ ved *sure* og „*filons plumbifères*“ ved *basiske* eruptiver. Denne klassifikation er dog ikke holdbar; vistnok er tinstengangene rundt om i verden udelukkende knyttede til *sure* eruptiver, specielt granit; kobbermalmforekomsterne derimod er ikke, saaledes som det af den franske skole helt indtil vore dage er bleven doceret, udelukkende eller i overveiende grad bundne til basiske eruptiver, men staar ogsaa paa talrige steder i genetisk relation til *sure* eruptiver; specielt henhører under sidstnævnte undergruppe flere af de allerstørste hidtil opdagede kobbermalmforekomster\*).

2a. *Kobberertsgange genetisk bundne til sure eruptiver*, hovedsagelig *granit*.

2aa. *Cornwall-halvøens tin-kobber-ertsgange*, i og ved *granit*; disse gange, som baade mineralogisk og geologisk slutter sig meget nær ind mod de normale tinstengange, har hidtil i sum leveret omkring  $1\frac{3}{4}$  mill. tons kobber, men er nu, som vi tidligere har omtalt, omtrent udtømte paa kobbermalm.

Analoge tin-kobber-forekomster findes ogsaa flersteds i *Erzgebirge*; paa grund af den theoretiske interesse, som denne eiendommelige forekomstgruppe frembyder, kan endvidere nævnes, at ved det geologisk saa bekjendte *Predazzo* i Tyrol optræder kobberkis sammen med scheelit, flusspat og turmalin (altsaa tinstengangenens mineraler) paa gange i og ved granit; ogsaa paa kryolith-forekomsten (i eller ved granit) ved *Ivig-tut* paa Grønland finder vi lidt kobberkis med blyglans og zinkblende, sammen med tinsten og wolframit.

2aβ. *Egentlige kobberertsgange*, med samme generelle karakteristik (mineralkombination; „pneumatolytiske metamorfose“ af sidestenen; genetisk relation til granit) som tinstengangene,

---

\*) Se herom en kort fremstilling af mig i „Zeits. f. prakt. Geol.“, 1895, 4de hefte.

altsaa i korthed at opfatte som „*tinstengange*, hvor *tinstenen* er erstattet ved *kobbermalm*“.

Hid hører de *Thelemark'ske gange*, Næsmark, Mosnap, Moberg, Aamdal o.s.v.

Analoge forekomster er ogsaa i stor udstrækning repræsenterede i *Chili*; ex. Remolinos og Tamaya, med turmalinførende kobberkis-gange i granit, geologisk karakteriserede ved „Turmalinisirung“ af sidestenen.

Nær ind mod disse gange slutter sig ogsaa det nu saa overordentlig vigtige *Anaconda-* eller *Butte*-distrikt i *Montana*, med kobberkis- og brogetkobber-gange i granit (nær rhyolit); videre *Moonta* i *Australien*; analoge gange i orthoklasporfyr.

Alle disse formentlig „pneumatolytiske“ ertsgange ved sure eruptiver leverer for tiden over femtedelen, kanske endog over fjerdedelen af den totale kobberproduktion; de er følgelig meget betydningsfulde og kan i et klassifikatorisk system ikke oversees.

## 2b. *Kobbermalmsforekomster, genetisk bundne til diverse dels basiske og dels intermediære eruptiver.*

Som repræsentanter for denne i høi grad heterogene gruppe kan nævnes:

I *Chili* og *Bolivia*; talrige, tildels meget betydelige kobberertsgange i og ved forskjellige basiske og middels sure eruptiver, som augitporfyr, hypersthenit, labradorit, diorit og syenit; ved overgange forbundne med de tidligere omtalte Remolinos-Tamaya-forekomster;

*Alten* i *Finmarken*; kobberertsgange i gabbro (eller diorit); *Kedabeg* i *Kaukasus*; analoge gange i „Grünstein“;

*Nischne-Tagilsk* og *Gumeschewsk* i *Ural*; kobberkis m. m. i „dioritgange“;

*Dobschau* i *Ungarn*; kobber- og nikkelertsgange i gabbro;

*Parad* i *Ungarn*; kobberforekomster i tertiær „Grünstein-trachyt“ (dannende overgangsled til *Schemnitz-Comstock-Potosi*-gruppen);

*Svartdal* i *Thelemarken*; turmalinførende guld-, vismutherts- og kobbererts-gange i kvartsglimmerdiorit (dannende overgangsled til *Cornwall-Thelemark*-gruppen).

Desuden en talrig række *kontaktforekomster* nær eruptiver: i *Serbien* og *Banatet*; kontaktforekomster af kobbermalme ved dioriter („banatiter“);

i *New-Jersey*; kobberertser i triassandsten ved diorit og melafyr;

i *Californien*; kobberertser netop paa kontakten mellem diabas og skifer, tilhørende kridt;

i *Arizona*; kobberertser i kalksten nær trachyt.

Paa grund af den theoretiske interesse kan ogsaa nævnes, at vi saavel flersteds i Italien som ved Rognstock i Böhmen møder kobberertsgange i og ved *tertiær basalt*.

En særskilt undergruppe danner de karakteristiske *kisforekomster*, af Typus *Røros*, *Vigsnæs*, *Sulitelma*, *Rommelsberg*, *Rio Tinto* osv. Disse er af enkelte forskere opfattede som sedimentationsprodukter, — en forklaring, som i alle fald for de norske forekomsters vedkommende er uholdbar. Efter mit kjendskab til sagen er de norske kisforekomster dannede ved pneumatohydatogene processer, under dynamometamorfe processer, efter eruption af gabbro, der nu er omvandlet til saussuritgabbro. De spanske forekomster synes at være analoge de norske, kun at de muligens er bundne til noget mere sure eruptiver. — Forøvrigt er disse kisforekomsters geologi endnu et saa omstridt thema, at vi ved denne anledning ikke bør udtale os med større præcision om den.

3. *Sekundærforekomster* (forekomster dannede ved sekundærprocesser), i alle fald tildels genetisk bundne til eruptiver.

Af denne vistnok meget omfattende og temmelig heterogene gruppe skal vi kun omtale en enkelt representant, nemlig den storartede forekomst af *gedigent kobber* ved *Lake superior*, — optrædende i porfyrbænke og mellemliggende konglomerat. Efter den af *Pumpelly* fremsatte tolkning skal det gedigne kobber her være dannet ved reducerende indvirkning af *jernoxydul*-forbindelser, paa kobber(-sulfat-?)opløsning, hvorved jernet skulde være bleven opoxyderet fra oxydul til *oxyd*, og kobberet, med lidt sølv, udskilt metallisk. Opløsningernes kobbergehalt er formentlig paa en eller anden maade stammende fra eruptiverne.

Geologisk analoge forekomster, om en fuldstændig *en miniature*, har vi ogsaa hertillands i basiske porfyrdækker, nemlig paa Guldholmen ved Moss og paa Løvø ved Horten; muligens er ogsaa den bekjendte bolivianske sandsten, med gedigent

kobber, ved *Coro-coro*, geologisk at sidestille med Lake-feltets kobberførende sandstene og konglomerater.

Som det fremgaar af ovenstaaende, er *kobberets geologi* et høist kompliceret thema, og vi maa indrømme, at vi endnu har meget lidet kjendskab til de mange forskjelligartede chemiske processer, ved hvilke først de i jordens indre eller i jordskorpen yderst fint fordelte mængder af kobber blev koncentrerede, til opløsninger af forskjellig art, og ved hvilke senere kobberet under en eller anden form endelig udskiltes som mineral.

Videnskaben har paa dette omraade mange, baade interessante og vanskelige opgaver at løse.

#### Kobbermalmforekomsternes midlere kobbergehalter:

- 1) *den midlere kobbergehalt i alt det udskudte gods;*
- 2) *den midlere kobbergehalt i den skeidede og opberedede smelte- eller ekstraktionsmalm.*

1. Vi skal her først omhandle *den midlere kobbergehalt i alt det udskudte gods*, eller rettere, den i praxis virkelig udbragte vægtsmængde kobber pr. vægtsmængde udmineret gods („*grubens netto kobbergehalt*“); det ved skeidning, opberedning og metallurgisk behandling stedfindende kobbertab har man ofte ikke detailleret kjendskab til, saa vi hovedsagelig maa indskrænke os til at omhandle den i virkeligheden udbragte kobbermængde (netto-gehalten).

De *fattigste* kobbermalmforekomster, som for tiden drives i større skala, er, saavidt mit kjendskab til sagen rækker, de *Mansfeld'ske* gruber paa kobberskifer; den udskeidede smeltemalm holder her i middel 2.5—3 % kobber og 0.015 % sølv, og alt det i gruben udskudte gods 0.5—0.6 % kobber og 0.003 % sølv, ekvivalerende, naar sølvværdi omregnes til kobberværdi, 0.8—0.9 % kobber; dette er dog muligens lidt for høit regnet, idet middelgehalten kanske endog er saa lav som 0.75 % kobber (sølvet medregnet).

Ved enkelte af *Lake-gruberne*, specielt ved *Atlantic*, der forøvrigt, under de nuværende lave konjunkturer neppe arbejder med fordel, udbringes af alt det udskudte gods kun 0.6—0.7 % kobber; ved en række øvrige *Lake-gruber*, *Osceola*,



*Franklin, Kearsage*, derimod 1—1.3 % kobber; ved de allerstørste gruber her dog adskillig mere, hvorom nedenfor.

Ved *Sveriges* vigtigste kobberverk, *Fahlun*, udbringes af den ordinære hyttemalm (guldmalmen ikke medregnet) netto i middel 3.4 % kobber (samt lidt guld); og alt det udskudte gods leverer i middel omkring 1.25 % kobber netto.

For Åtvidaberg ser jeg mig ikke istand til at levere detaillerede oplysninger, or ved Kafveltorp spiller for tiden zink- og blymalm saa stor rolle ved siden af kobbermalmen, at opgave over grubens netto kobbergehalt vilde være lidet instruktiv.

Ved *Huså* kobberverk i Jemtland, som efter lang tids økonomisk misère endelig blev nedlagt i begyndelsen af 1880-aarene, udbragtes af alt det udskudte høit regnet 0.4 til 0.6 % kobber; selve smeltemalmen leverede i perioden 1860—81 i middel kun 2.9 % garkobber.

Om de *norske kobberverk* henvises til særskilt afsnit i det følgende.

De *spanske kisforekomster*. Ved *Rio Tinto* holder kisen i middel 2.7—3.0 % virkelig chemisk gehalt kobber; der udbringes i middel af kisen 2.3 % kobber; og da næsten alt det udskudte er brugbar kis, saa vi kan sætte malmprocenten til 90—95 %, blir selve forekomstens netto kobbergehalt at opføre med 2.15 %.

Ved *Tharsis* udbringes af kisen netto 2.1 % kobber, hvoraf følger, at vi kan anslaa forekomstens midlere netto gehalt til 2 % kobber, hvilket forøvrigt kanske er lidt for høit.

Ved flere af de øvrige spanske kisforekomster synker vistnok selve leiestedets netto kobbergehalt til 1.5 % og derunder.

*Japan*. Ved *Ani*, som er en af de større japanesiske kobbergruber, holdt alt det udbrudte gods i 1891 i middel 1.934 % kobber, samt en liden sølvgehalt; den opgivne procent betegner sandsynligvis netto-gehalten (altsaa skeide- og smelte-tab fraregnet).

*Tamarack* og *Quincy* i Lake-feltet: det opberedede gods leverer i middel 2.5—3 % kobber og alt det udskudte gods i middel omkring 2.4—2.7 % kobber, med rundt tal altsaa 2.5 % kobber.

Paa tilsvarende maade kan grubens nettogehalt ved *Calumet & Hecla*, i Lake-feltet, sættes til 3 % kobber.

I *Montana-feltet* udbringes af smeltemalmen i middel, ifølge de forskjellige opgaver, 5 til 9 % kobber, antagelig i gjennemsnit for samtlige gruber omkring 6—7 % kobber; om malmprocenten her har det ikke været mig muligt at faa aldeles sikre oplysninger, kun at malmen maa underkastes skeidning, og at en del af den ogsaa maa underkastes opberedning; da hertil kommer, at grubeudgifterne pr. ton smeltemalm gennemgaaende er temmelig høie, nemlig i middel 3 dl. eller 11 kr. pr. ton, — henimod det dobbelte af, hvad opberedningsmalmen i Lake-feltet koster, — kan man vistnok gaa ud fra, at man ved Montana-gruberne i høiden faar 50—60 % malm og altsaa mindst 40—50 % graaberg. Regner vi malmprocenten til 50—60 % og smeltemalmens netto kobbergehalt i middel til 6—7 %, skulde altsaa alt det udskudte gods i middel udbringe 3—4.2 kobber; dette er dog vistnok for høit regnet, og man kommer antagelig det sande forhold nærmere ved kun at opføre 3—3.5 % kobber.

Netto udbragt kobbergehalt i alt det i gruben udbrudte gods.

	Netto udbragt kobbergehalt.	Som biprodukt udvinder desuden.
Mansfeld, Tyskland . . . .	0.5—0.6%	Noget sølv (0.003 %)
Lake-feltet { Atlantic . . . . .	0.6—0.7	
{ Osceola, Frank- lin osv. . . . .	1.0—1.3	
Fahlun. Sverige . . . . .	1.25	Noget guld
{ Aamdal . . . . .	1.4	
Norge { Røros { Muggruben . . . . .	1.15	
{ Storvarts . . . . .	1.85—2.3	
Sulitelma . . . . .	2.2	Svovl (i exportkis).
Ani, Japan . . . . .	1.95	Noget sølv
Spanien { Tharsis . . . . .	2.0	{ Svovl (45—48 % i ex- portkisen); lidt sølv
Rio Tinto . . . . .	2.15	
Lake-feltet { Tamarack, . . . . .		
Quincy . . . . .	2.5	
Calumet & . . . . .		
Hecla . . . . .	3.0	
Montana-feltet . . . . .	3—3.5 (?)	Noget sølv og guld

For de mange og vigtige forekomster i Arizona i de Forenede Stater, i Australien, Mexico, Rusland, o.s.v., har det ikke lykket mig at faa detailleret statistik; kun fremgaar af de forskjellige beretninger, at „grubens netto kobbergehalt“ her kun meget sjelden stiger høiere op end til 1.5—2 % *kobber*.

Af ovenstaaende tabel, der repræsenterer forekomster med samlet produktion omkring 65—70 % af den totale verdensproduktion, fremgaar, at forekomster, hvor alt det udskudte i gennemsnit, for længere tidsperiode, leverer netto 2.75 % *og derover*, hører til sjeldenhederne;

forekomster med netto kobbergehalt mellem 2 og 2.75 % *kobber* maa fremdeles i det hele og store betegnes som meget rige paa kobber;

en meget væsentlig del af den totale produktion stammer fra forekomster med mellem 1.5 og 2 % *kobber*;

talrige, tilmed ogsaa ganske store forekomster præsterer kun netto mellem 1 og 1.5 % *kobber*;

og adskillige gruber arbejder endog paa leiesteder, som i middel kun udbringer 0.6—1 % *kobber*;

endnu fattigere leiesteder, med kun 0.4—0.6 % *kobber*, kan under de nuværende konjunkturer, selv under de mest favorable øvrige betingelser (let skeidning og opberedning; liden transport; adgang til vandkraft, osv. osv.), neppe rentere arbeidet.

Det fortjener særlig at paapeges, at hovedgruberne i alle de tre vigtigste kobberproducerende distrikter, Montana, Lake superior og Huelva — med i sum 55 % af den totale kobberproduktion — arbejder paa malmforekomster, som alle i netto udbringer mindst 2 % *kobber*; de større gruber i de to amerikanske felter endog over 2.5 %, enkelte endog 3—3.5 % (?).

Forekomster af nævneværdig betydning, som for længere tidsperiode kan levere i middel netto 4 % *kobber* eller derover, synes til dato ikke at være paaviste.

Til en vis grad vil ovenstaaende procenttal være afhængige af tilfældige ydre faktorer, idet man f. ex. under gode konjunkturer kan bearbejde fattige dele af et leiested, som man under daarlige konjunkturer maa lade staaende urørt; alligevel giver yore tal, regnet i det hele og store, et

ganske træffende billede af de forskjellige kobbermalmforekomsters metalrigdom.

Til sammenligning kan vi ogsaa ganske kort omhandle leiestedernes netto-gehalter ved et par andre metaller, jern, nikkel og sølv.

*Jernmalmforekomster.*

		Malm- procent.	Malmens jerngehalt.	Grubens netto jerngehalt.
Sverige store jernmalm- felter	Kirunavara .....	95 %	65 %	62 %
	Gellivara .....	90 -	65 -	58.5 -
	Grängesberg .....	85 -	60 -	51 -
	Norberg .....	67 -	52 -	35 -
	Striberg .....	65 -	53 -	34.5 -
	Dalkarlsberg .....	62 -	57 -	35.5 -
	Persberg .....	60 -	55 -	33 -
	Dannemora .....	60 -	55 -	33 -
	Stripa .....	45 -	54 -	24.5 -
Norske fore- komster	Softestad, Nissedal	70 -	60 -	42 -
	Klodeberg, Arendal	90 -	48 -	43 -

De svenske og norske jernmalmgruber leverer altsaa i middel netto oftest 30—50 % jern; ved enkelte forekomster i de store industrilande, hvor man har billige kokes, men fattige jernmalme, kan leiestedernes gehalt synke adskillig lavere.

*Nikkelmalmforekomster.* Ved Ringerikes nikkelverks gruber udbragtes i aarene 1890—92 af alt det udskudte netto omkring 0.65 % nikkel og 0.3 % kobber; den virkelige gennemsnitlige nikkelgehalt i alt det udskudte beløb sig samtidig til antagelig omkring 0.8 eller 0.9 % (stort tab ved skeidningen).

Ved de store canadiske nikkelgruber kan den midlere netto-gehalt formentlig anslaaes til 1—1.5 % nikkel og 1.5—2 % kobber.

*Kongsberg sølvverk.* (Efter Chr. A. Münsters arbejde „Kongsberg ertsdistrikt“).



Man har her tabel over udmineret kubikmeter i gruberne og samtidig udbragt vægt sølv; idet 1 m<sup>3</sup> sættes = 2.8 ton, beregnes heraf procent netto udvundet sølv i alt det udskudte gods.

		% sølv i alt det udskudte.
Kongs- berg	{ Kongens grube, 1865—85 .....	0.0335 %
	{ Gottes Hülfe, 1865—85 .....	0.0104 -
	{ Haus Sachsen, 1869—85 .....	0.0150 -

Kobbermalmforekomsterne fører i middel 100 gange saa meget kobber, som sølvmalforekomsterne fører sølv; hermed stemmer ogsaa temmelig nøie, at sølv er 100 gange saa kostbart som kobber.

Ved pladeformige og samtidig nogenlunde smale leiesteder, som f. ex. de vanlige sølv-blyerts-gange, kan opgave over det *gjennemsnitlige malmudbytte for hver m<sup>2</sup> gang- eller lagflade* være meget instruktiv; denne beregning giver dog ikke noget korrekt billede ved en flerhed af kobbermalmforekomsterne, idet disse jævnlig udmærker sig dels ved stor mægtighed og dels ved uregelmæssig stok- eller linse-form. Undtagelsesvis møder vi dog ogsaa kobbermalmforekomster, hvor beregning pr. m<sup>2</sup> flade af leiestedet lader sig gennemføre.

Saaledes har vi tidligere seet, at ved den *Mansfeld'ske kobberskifer* udvindes i middel netto 9.5--10 kg. kobber og 50 til 55 gr. sølv pr. m<sup>2</sup> lagflade, ekvivalerende, naar sølvværdi omregnes til kobberværdi, 15 kg. kobber pr. m<sup>2</sup> lagflade.

Ved *Aamdals* kobberverk produceres paa tilsvarende maade netto 49.0 kg. kobber pr. m<sup>2</sup> gangflade, altsaa over 3 gange saa meget som ved Mansfeld.

Til sammenligning kan indskydes, at ved de samtlige gruber ved Freiberg produceredes i ti-aarene 1852—61, 1862—71 og 1872—81 samt senere i femaaret 1886—90 pr. m<sup>2</sup> gangflade (de uholdige partier af gangfladerne ogsaa medregnede) malm til værdi (indløsningsværdi ved hytterne) resp. 39.60, 46, 51 og 35.80 Reichsmark.

2. Den midlere kobbergehalt i den skeidede og opberedede smelte- eller ekstraktionsmalm.

Vi skal først opregne kobbergehalterne i de vigtigste kobberertser.

Sulfid- ertser.	{	Kobberkis .....	34.4 % kobber	
		Brogetkobber.....	55—70 -	—
		Kobberglans.....	79.9 -	—
Karbonat- ertser.	{	Kobberlazur.....	55.2 -	—
		Malachit .....	57.3 -	—
Oxyd.		Rødkobbererts.....	88.8 -	—
Metal.		Gedigent kobber ..	99—99.5 -	—

De øvrige kobberertser, som fahlerts, tenorit, atakamit osv., er uden nævneværdig praktisk betydning.

Gedigent kobber er hovedertsen eller eneste erts i Lakefeltet i de Forenede Stater og ved Coro-coro i Bolivia, spiller desuden en vigtig rolle ved Burraburra i Syd-Australien (her sammen med rødkobbererts), men er forøvrigt temmelig sjelden (hos os paavist i nogenlunde rigelig mængde ved Dalane, Hvideseid i Thelemarken); paa grund af den betydelige drift ved Lakefeltet udvindes dog nu med rundt tal 18 % af den totale kobberproduktion af det naturligt optrædende gedigne kobber.

Karbonat- og oxyd-malmerne spiller i det hele og store liden rolle og bidrager neppe med mere end 5 % til den totale kobberproduktion.

Resten, nemlig med rundt tal de tre fjerdedele af den totale kobberproduktion, stammer fra sulfidertserne, og af disse igjen er det uden sammenligning kobberkis, der leverer det meste. Kun yderst sjelden, som f. ex. ved nogle nu nedlagte gruber i Cornwall, er kobberglans og brogetkobber forherskende; jævnlig findes de dog i mere eller mindre underordnet mængde tilblandet til kobberkisen (ex. Montana-feltet; flersteds i Chili; Moonta og Wallaroo i Australien). Man kan vistnok med sikkerhed regne, at mindst de to trediedele af den totale kobberproduktion skriver sig fra kobberkis (med 34.4 % kobber).

Allerede heri ligger, at man i det hele og store kun undtagelsesvis vil have at gjøre med hyttemalm holdende over 35 % kobber.

Hvor kobberkisen eller de øvrige kobberertser er opblandede med forholdsvis lette gangmineraller, som kvarts, kalkspat osv., kan disse for en meget væsentlig del fjernes ved opberedning, saa smeltmalmen kommer til at bestaa af nogen-

lunde ren erts, dog fremdeles blandet med noget gangmineral. Ved Lake-superior, hvor opberedningsgodset i middel holder 0.75—3 % kobber, koncentrerer man saaledes til gehalt 75 til 95, middel omkring 90 % kobber; altsaa omkring 1 del mineral til 9 dele erts. Ved de sprøde sulfidertser derimod kan man, af hensyn til det med vaskningen forbundne tab, i regelen ikke drive koncentrationen saa vidt engang. Exempelvis kan saaledes nævnes, at ved Aamdals kobberverk i Thelemarken, hvor ertsen er kobberkis (med en bagatel brogetkobber), — optrædende i temmelig *store* klumper, hvad er en vigtig fordel ved opberedningen, -- *uden* svovlkis og magnetkis og kun opblandet med vanlige gangmineraller som kvarts, hornblende osv., har man fundet det mest rationelt kun at koncentrere til gehalter fra 15—17 % (det fine slam) til 23—24 % (det grovknuste gods), med middelgehalt 22 % *kobber*, altsaa i middel 2 vægtsdele kobberkis til 1 vægtsdel gangmineral.

Saa rige gjennemsnitsegehalter hører dog ved kobberkisgruberne til de største sjældenheder, idet kobberkisen næsten altid til en vis grad er opblandet med et eller andet *tungt* mineral, specielt med *svovlkis* og *magnetkis*, hvilke man ikke med fordel kan bortskille ad mekanisk vei<sup>1</sup>).

Meget ofte er disse to jernkise aldeles forherskende, saa den kobbermalm, man har at operere med, en *kobberholdig kis*, med forholdsvis lav kobbergehalt.

Naar svovlgehalten i denne kis, paa grund af forherskende *svovlkis*, er extra høi, nemlig mindst 42—45 %, benyttes malmen, som vi tidligere har omhandlet (under den spanske kis) 1) først til afrøstning ved svovlsyrefabrikker, 2) saa til ekstraktion af kobbergehalten, 3) hvorpaa endelig den resterende „purple ore“ anvendes som jernmalm; naar kobbergehalten gaar saa høit op som til 3.5 %, er kobberet her at opfatte som hovedprodukt og svovl og jern som biprodukter.

Efter denne oversigt skal vi gennemgaa *kobbergehaltens størrelse* hos den færdig skeidede og opberedede *hyttmalm* ved en række af de største kobbermalforekomster rundt om i verden.

---

<sup>1</sup>) Magnetkisen vil dog, hvor den er tilstrækkelig magnetisk, til en vis grad kunne fjernes ved magnetisk separation.

En af de *allerfattigste* kobbermalme, der for tiden underkastes metallurgisk behandling, er den *tyske kobberskifer*, som i skeidet stand holder 2.5—3.0 % kobber og 0.015 % sølv, ekvivalerende, naar sølvværdi omregnes til kobbeværdi, omkring 3.5—4 % kobber.

Den *spanske* kis, fra Rio Tinto, Tharsis osv., deles, som vi tidligere har omtalt, i *exportkis*, som i middel holder 3.3—3.5 % kobber, og i den *fattigere kis*, som tilgodegjøres ved vaadveisprocesser paa stedet. Denne fattige kis, der efter vægt udgjør henimod dobbelt saa meget som exportkisen, holder i virkelig chemisk gehalt mellem 1.5 og 3 % kobber, middel antagelig omkring 2.5 % (kanske lidt for høit); paa grund af det store med ekstraktionen forbundne metaltab udvindes dog af kisen i middel kun omkring 1.75 til 2 % kobber.

*Svenske kobberverk*. Ved *Fahlun* beløb middelgehalten i den ordinære hyttemalm i aarene 1875—82 (med undtagelse af 1879, for hvilket aar jeg ikke har faaet opgave) sig til 3.38 % (resp. 3.20, 3.38, 3.53, 3.33, 3.48, 3.72, 3.2); tilsvarende gehalt har man ogsaa havt i de senere aar, hvortil dog nu kommer omkring 2 gr. guld pr. ton; omregnes dette til kobbeværdi, kan malmens netto-gehalt opføres til 3.75—4 % kobber.

*Åtvidaberg*; midlere netto-gehalt i hyttemalmen i aarene 1877—81 = 3.38 kobber (resp. 3.29, 3.67, 3.17, 3.26 og 3.55). Baade i *Fahlun* og *Åtvidaberg* tilgodegjøres malmen ved vaadveisproces (klorerende røstning); kisens svovl- og jerngehalter udnyttes dog ikke som biprodukter, undtagen underordnet ved *Fahlun* for svovlets vedkommende.

*Kafveltorp*; midlere netto-gehalt i hyttemalmen i aarene 1877—81 = 5.18 %; lignende gehalt ogsaa i senere aar; malmen underkastes skjærstenssmeltning, venderøstning, sortkobbersmeltning og garing, efter den gamle fremgangsmaade; aarlig produktion kun 50—80 tons kobber.

*Huså* i Jemtland; midlere netto-gehalt i malmen i aarene 1860—81 = 2.89 % kobber; verket nedlagt i begyndelsen af 1880-aarene.

Ved flere af de *russiske* forekomster fattige malme, paa 5 % kobber og derunder.

Om de *norske forekomster* henvises til efterfølgende afsnit; her skal vi kun ganske kort paapege, at smeltemalmen ved *Røros* udbringer i middel 5 % kobber (for aarene 1833—92 min.



4.67, max. 5.36; middel 5.07); ved *Sulitelma* 6.5—7 %; ved *Meraker* i tidligere dage oftest 5—7 % kobber.

Ved *Aamdals* kobberverk opberedes malmen til middel 20—22 % kobbergehalt.

*Boleo* i Mexico; midlere netto-gehalt i de sidst forløbne syv aar 5.5—6 % kobber.

*Rammelsberg* ved Goslar, Harz (med Oker hytte). De fattige kobbermalme med 3—5 % kobber, samt noget bly og ganske lidet sølv; de rige malme med 10—15 %; middel omkring 6 % kobber, kanske 6—7 %.

Enkelte *Arizona*-verk; kismalm med *høist* 5—7 % kobber.

*Montana*-feltet, som nu leverer *over femteparten* af verdens totale kobberproduktion; som ovenfor udførlig omhandlet, udbringes der af smeltemalmen netto 4.5—9.5, middel for det hele felt efter enkelte opgaver 5.5, efter andre 5.5—7 % kobber (samt lidt sølv).

*Japanesiske kobberverk*; middelgehalt i malmen ved *Besshi* 7 %, ved *Ani* 12 % og ved *Ashio*, Japans største kobberverk, 18 %.

*Wallaroo* og *Moonta*, *Australiens* største kobberguber; kobberkis med brogetkobber skeides og opberedes til gennemsnitsgehalt 20 %.

*Lake-feltet* indtager med hensyn til smeltemalmens gehalt en ren særstilling, idet malmen, det saa meget omtalte gedigne kobber, opberedes til gehalt 75—95, middel 90 %.

---

*Kobbergehalt i den færdig skeidede og opberedede hyttemalm  
(smelte- eller ekstraktionsmalm).*

		Netto udbragt kobber- gehalt.	Som biprodukt udvindes desuden.
Mansfeld, Tyskland .....		2.5—3 %	Noget sølv (0.015 %)
Spansk	{ Behandlet paa ste- det .....	1.75—2 -	Svovl; lidt sølv; jern
kis		3.3—3.5 -	
Sverige	Huså (nedlagt)...	(2.9 -)	2 gram guld pr. ton Lidt sølv
	Fahlun .....	3.4 -	
	Åtvidaberg .....	3.4 -	
	Kafveltorp .....	5.2 -	
Enkelte russiske verk .....		max. 5 -	
Norske	{ Røros .....	5 -	
kisfore-		5—7 -	
komster	Sulitelma .....	6.5—7 -	
Boleo, Mexico .....		5.5—6 -	
Rammelsberg, Tyskland ....		6—7 -	(Bly, sølv for sig)
Enkelte Arizona-verk .....		5—7 -	
Montana-feltet .....		5—9.5 -	Noget sølv
Japan	{ Besshi .....	7 -	
	Ani .....	12 -	
	Ashio .....	18 -	
Wallaroo-Moonta, Austra- lien .....		20 -	
Aamdal, Norge .....		20 -	
Lake-feltet .....		75—90 -	

Denne tabel repræsenterer forekomster med samlet produktion 70—75 % af den totale verdensproduktion; tabellen er altsaa i alle fald saavidt komplet, at den kan lægges til grundlag for vore betragtninger.

Mindst 75.000 tons kobber, altsaa mindst *fjerdeparten af*

*den totale kobberproduktion*, udvindes af malm, som i middel ikke indeholder netto saa meget kobber som 3.5—4 %; ved siden af kobber nyttiggjøres dog i alle fald delvis andre bestanddele i malmen, som svovl og jern (spansk og norsk exportkis) eller en liden sølvgehalt (Mansfeld) eller en liden guldgehalt (Fahlun). Den fattigste kobbermalm, som vel overhovedet underkastes metallurgisk behandling, er den spanske, paa stedet ekstraherede kis, som kun udbringer netto 1.75—2 % kobber, og Mansfelder kobberskifer, med 2.5—3 % kobber og 0.015 % sølv (= 3.5—4 % kobber).

Under ganske exceptionelt gunstige betingelser (som f. ex. ved Mansfeld) kan det, selv under de nuværende daarlige konjunkturer, lønne sig at smelte malm med kun 3.5—4 % kobber (medregnet værdien af en liden sølv- eller guldgehalt); ordinær smeltemalm med kun 4—4.5 % kobber netto maa dog fremdeles ansees som temmelig fattig, og 4.5—4.75 % er ogsaa en lidet tilfredsstillende gehalt.

Strax vi kommer op til 5 % og noget derover, stiller dog forholdet sig adskillig anderledes, og mindst 85.000 tons kobber (altsaa mindst 28 % af den totale kobberproduktion), snarere antagelig med rundt tal 100.000 tons (= 33 %), udvindes af malm med 5—7 eller 5—8 % midlere netto kobbergehalt.

I korthed kan man altsaa regne, at den ene halvpart af den totale kobberproduktion stammer fra malm med under 7 % og den anden halvpart fra malm med over 7 % midlere netto kobbergehalt.

Kobbergehalt paa 8—10 %, oftest repræsenterende noget kisblandet kobberkis, som hovedsagelig udvindes ved haandskeidning, maa regnes for en meget smuk gehalt. Og der er ikke saa særdeles mange større verk, hvor malmen, selv ved opberedning, kan bringes op til saa meget som 15—20 %.

Malme med over 20—25 % hører, naar vi ikke tager hensyn til Lake-feltet, til undtagelserne; og smeltemalm med over 75 % kobber leveres praktisk talt kun i Lake-feltet, der vistnok for tiden producerer ikke mindre end en sjettedel af den totale kobberproduktion.

Gjennemsnitsgehalten i vore norske smeltemalme, fra Røros og Sulitelma (resp. 5 og 6.5 %) — tidligere ogsaa fra Meraker (5—6 %) og Alten (5 eller 5.5 %) — maa, i alle fald naar man tager hensyn til de sammenlignet med

amerikanske forholde temmelig lave arbeidslønninger hos os, regnes for at være nogenlunde tilfredsstillende; særlig høie er vistnok ikke disse gehalter, men heller ikke særlig lave.

---

**De senere decenniers reduktion i produktionsomkostningerne  
pr. ton kobber.**

I de senere decennier har *arbeidslønnen* rundt om i verden i det hele og store, om end med mange afbrydelser og uregelmæssigheder, befundet sig i stigning; den herved fremkaldte forøgede udgift ved fremstillingen af vore metaller er dog i sin almindelighed bleven *mere end opveiet* ved de samtidig stedfundne *tekniske fremskridt*, hvortil endvidere kommer, at det ved grube og hytte fornødne material, som kul, jern, trævirke, ildfast ler, osv., nu gjerne er blevet noget billigere i indkjøb end tidligere.

Af de vigtigere kobberproducerende lande er det *Japan*, som har den *laveste arbeidsløn*, efter opgivende endog ned til 25 til 40 øre i dagløn for voxen mand.

Ogsaa i *Spanien*, saavidt vides ogsaa i *Chili*, er arbeidslønnen nogenlunde lav; saa følger *Tyskland*, med arbeidsløn i alle fald i Mansfelder-distriktet kun omkring 2½ Rm. pr. dag.

Ved de norske bergverk er arbeidslønnen (i middel ca. kr. 3 pr. dag) gjennemgaaende ikke uvæsentlig høiere end ved f. ex. svenske og tyske bergverk<sup>1)</sup>, — et moment, som nødvendigvis maa tages med i betragtning, naar man vil overføre driftsresultater fra Sverige og Tyskland paa Norge.

Øverst med hensyn til arbeidsløn staar de *Forenede Stater*, hvor arbeidslønnen i alle de vigtigere kobberproducerende stater — Arizona (nær den mexikanske grænse) medregnet — gjennemgaaende er meget høi, i middel 2—3 dl. pr. dag.

De nordamerikanske kobberverk har 2—3 gange saa høi dagløn at betale som de norske; 3—4 gange saa høi som f. ex.

---

1) At det faktisk forholder sig saaledes, har jeg personligt kjendskab til, fra mine studieophold ved de fleste større bergverk i Norge, Sverige og Tyskland.



Mansfeld og Huelva, og kanske med rundt tal 10(?) gange saa høi som de japanesiske. Man vil heraf uden videre kunne drage den slutning, at de nordamerikanske kobbermalmforekomster maa være ganske anderledes rige for at kunne rentere arbeidet, end tilfældet behøver at være f. ex. i Europa og Japan; videre kan ogsaa paapeges, at man maa være forberedt paa betydelig forøgelse af kobberproduktionen i Japan, hvor arbeidslønnen fremdeles er saa lav, at selv temmelig fattige forekomster kan gøres til gjenstand for betydelig drift.

Af de *tekniske fremskridt* inden grube- og hyttedrift i de senere decennier skal vi i korthed berøre de vigtigste.

Ved *grubedrift* ombytning, i 1860- og 1870-aarene, af tomandsboring med *enmandsboring* og indførelse af smekre *staalbor*, med staafeisler, istedenfor de gamle, tykke jernbor og jernhammere;

stadig *stærkere sprængstoffer*; først krudt, omkring aar 1870, erstattet ved *dynamit*, og senere dynamit igjen erstattet ved *gummidynamit*, *sprænggummi*, osv.;

indførelse af *bormaskiner*, først *pneumatiske*, i den aller sidste tid ogsaa *elektriske*; særlig af betydning, hvor det gjælder hurtig inddrift, og i væsentlig grad reducerende mine-ringsudgifterne, hvor arbeidslønnen, saaledes som f. ex. i de Forenede Stater, er meget høi;

talrige *maskinelle forbedringer* ved fordring, faring, lænsning, opberedning, osv.;

*elektrisk kraftoverføring*, til motor ved den hele verksdrift (motor til fordring, lænsning, bormaskiner, vaskverk osv.);

her kan ogsaa nævnes de mange vigtige fremskridt for transport af malmen fra grube til hytte (ex. *toughbaner*, billige jernbaner, osv.).

*Endnu mere indgribende er de mange fremskridt ved den metallurgiske behandling af kobbermalmene*; specielt kan vi hendelede opmærksomheden paa:

*klorerende røstning*, med efterfølgende ekstraktion, for kobberholdig kis, med fra 2—2.5 op til 4 à 5 % kobber; efter denne i praxis fra tiden omkring 1870 stammende fremgangsmaade, hvorved i sum udvindes antagelig 35.000—40.000 tons kobber aarlig, behandles den spanske og ungarske exportkis

samt hovedmassen af den norske exportkis (Vignæs med ekstraktionshytte Hemixen nær Antwerpen; Helsingborg ekstraktionsverk for Sulitelma); lignende verk ogsaa ved Fahlun og Åtvidaberg i Sverige, Pitkäranta i Finland; videre talrige ekstraktionsverk i England (her saavidt vides nogle og tyve), Tyskland (ex. Hamburg, Stettin, Duisburg), Belgien, Frankrige, osv., saavidt vides ogsaa i Arizona(?). Ved de store udenlandske verk nyttiggjøres, som ovenfor omtalt, først kisens svovlgehalt, saa kobbergehalten samt eventuel sølv- og guldgehalt og tilslut jerngehalten, — altsaa alle kisens bestanddele;

vigtige forbedringer i *raastenssmeltningen*, navnlig anvendelse af udvendig brille (hvorved jernsuer undgaaes) og vandafkøling (*waterjacket*), osv. Ved de gamle skjærstensovne nedsmeltedes pr. døgn kun 10—15 tons malm, ved de moderne ovne mindst 30—40 tons, ved amerikanske verk endog 100—150 tons; videre er kulforbruget nu stærkt reduceret;

den yderst billige og enkle *bessemering* (eller *Manhès-proces*), erstattende de ældre tiders komplicerede og kostbare koncentrationssmeltninger; denne moderne, fra begyndelsen af 1880-aarene stammende proces er allerede indført i hele Montana-feltet, videre ved kobberverk ved Brooklyn i de Forenede Stater, i Chili (Lota), Spanien (Granada), Italien (Livorno), England (hos Vivian i Swansea), Norge (Røros), saavidt vides ogsaa i Japan og kanske paa adskillige andre steder ogsaa; specielt kan paapeges, at *Røros var et af de første verk, som her gik i spidsen*, og at samme proces nu ogsaa skal anvendes ved Sulitelma (bessemering ogsaa anlagt ved Aamdal i Thelemarken, men her indstillet); denne proces, — som uden sammenligning er det vigtigste fremskridt i hele dette aarhundrede inden kobberets metallurgi, — benyttes allerede nu ved kobberverk repræsenterende i sum antagelig omkring tredieparten af den totale kobberproduktion;

*elektrolytisk raffinering* af kobber, med udgangspunkt Manhès-kobber eller forskellig slags sortkobber; herved opnaaes udmærket rent kobber og samtidig udvindes som biprodukt de ædle metaller, guld og sølv; denne elektrolyse er nu indført ved talrige verk rundt om i verden, mest i de Forenede

Stater; antagelig fremstilles nu med rundt tal fjerdeparten af den samlede kobberproduktion som elektrolyt-kobber.

For nogle faa aar siden troede man, at de „direkte“ elektrolyseprocesser, med sten (*Marchèse's* proces) eller malm (*Siemens & Halskes*, *Höpfners* proces) som udgangsprodukt, skulde erobre terrain og endog aldeles revoltere kobberets metallurgi; disse profetier er dog ikke gaaede i opfyldelse, navnlig fordi de direkte elektrolyser paa teknikens nuværende standpunkt ikke har kunnet konkurrere med bessemeringen, ved kismalme heller ikke med den klorerende røstning. For tiden synes løsningen af problemet om direkte elektrolyse for kobberets vedkommende at tilhøre en fjernere fremtid, end man troede for nogle faa aar siden.

Det er utvivlsomt, at produktionsomkostningerne pr. ton kobber paa grund af alle disse tekniske fremskridt paa grube-driftens og end mere paa hyttedriftens omraade, i forbindelse med billigere material-indkjøb, i de senere decennier — og da navnlig siden 1860-aarene — trods arbejdslønnens samtidige stigning, er blevne ganske betydelig reducerede.

Spørgsmaalet er egentlig kun, *hvad har aftaget mest, enten kobberets salgspris eller dets fremstillingsomkostninger.*

Dette vigtige spørgsmaal kan vanskelig besvares generelt, idet der her er saa mange lokale faktorer — særlig transportforholde og malmenes metallurgiske natur, som griber med ind. Som regel vil det dog vise sig, at salgsprisen paa kobber, paa grund af de store nordamerikanske forekomster, har aftaget i endnu stærkere grad end produktionsomkostningerne, idet salgsprisen i de sidste 30—40 aar er reduceret i forhold som fra 100 til ca. 50, produktionsomkostningerne derimod i middel kun i forhold 100 til ca. 60.

Hvorledes dette stiller sig for vort lands vedkommende, vil vi i et efterfølgende afsnit belyse ved et ganske omfattende statistisk material fra Røros kobberverk.

---

Den nuværende krise paa kobbermarkedet  
og  
om kobberets fremtidsudsigter<sup>1)</sup>.

Ved bedømmelse af aarsagerne til den *nuværende krise paa kobbermarkedet* maa man særlig tage hensyn til følgende momenter:

1. Under den *tilsvarende krise i midten af 1880-aarene, 1885—87*, da kobberpriserne i alle fald paa det europæiske marked<sup>2)</sup> naaede omtrent ligesaa lavt ned som nu (middelpris for Chili bars i 1886 40 £ 6 sh. og i 1894 40 £ 2½ sh.), gik *en flerhed af verdens kobberverk uden fordel, nemlig dels paa ballance og dels med ikke væsentlige tab*<sup>3)</sup>; den totale produktion stod stille eller var endog (i 1886 og 1887) i nedadgaaende, medens forbruget tiltog betydeligt. Det vil sige, middelpris 40—40½ £, fra høsten 1885 til høsten 1887, for Chili bars paa det europæiske marked, var *unaturlig lav*; og — som fremholdt i forskellige revuer i „Eng. and Min. Journ.“ — ikke beroende paa, at en flerhed af kobberverkene rundt om i verden kunde producere sit kobber til lavere pris, men fremkaldt ved den store overproduktion i slutten af 1870- og begyndelsen af 1880-aarene.

Naar man vil overføre erfaring fra krisen i midten af 1880-aarene til den nuværende krise, maa man dog tage med i betragtning, at produktionsomkostningerne nu, hovedsagelig paa grund af de store fremskridt (waterjacket-smeltning; bessemering; elektrolytisk raffinering) inden kobberets metallurgi, er adskillig lavere end i midten af 1880-aarene. Man tør saaledes temmelig sikkert gaa ud fra, at de toneangivende

<sup>1)</sup> Nærværende afsnit skrevet vaaren 1895.

<sup>2)</sup> Paa grund af den høje beskyttelsestold i de Forenede Stater var kobberprisen her i 1880-aarene adskillig højere end samtidig i Europa, saaledes i middel i 1886 10½ cts. pr. lbs. Lake-copper, hvilket skulde ekvivalere omkring 44 £ for Chili bars. — Denne forskjel mellem kobberets pris paa det europæiske og nordamerikanske marked er dog i de senere aar næsten bleven udjævnet, paa grund af, at den indenlandske produktion af kobber i de Forenede Stater i de senere aar betydelig har overskredet det indenlandske forbrug. Man har følgelig i stor udstrækning været henvist til at exportere sit kobber til Europa.

<sup>3)</sup> Ifølge opgave i „Eng. and Min. Journ.“, 2den sept. 1893, var der kun et faatal nordamerikanske kobberverk, som i midten af 1880-aarene havde produktionspris under 10 cts.



nordamerikanske kobberverk nu producerer sit kobber til i middel mindst 1, muligens endog 2 cts. lavere pris end i midten af 1880—aarene.

2. Det som resultat af krisen i midten af 1880-aarene fremgaaende *franske syndikat*, som dominerede kobbermarkedet fra senhøstes 1887 til vaaren 1889 (se s. 307—308), har i mange henseender været af skjæbnesvanger betydning for en sund udvikling af kobberindustrien, og *endnu liden man under efterveerne af den store overproduktion, som syndikatet gav stødet til*. Dette illustreres enklest ved en oversigt (efter *Merton's* tabeller) over de paa det europæiske marked, i England og Frankrige, beroende beholdninger („stocks“) af kobber — medregnet flydende (afloat“) fra Chili og Australien — ved udgangen af hvert enkelt aar (31te dec.); videre medtager vi en tilsvarende oversigt for de sidste aars vedkommende for beholdningerne i de Forenede Stater; endvidere ogsaa en oversigt over den aarlige produktion i de senere tider.

(eng. tons).	Aarlige kobberpro- duktion.	Forraad (stocks) af kobber, 31te dec. i hvert aar, i	
		England, Frankrige; incl. afloat.	de Forenede Stater.
1884	220.200	38.370	
1885	225.600	46.850	
1886	217.100	55.770	
1887	223.800	35.000	
1888	258.000	96.190	
1889	261.200	94.940	} Franske } syndikat.
1890	269.500	62.450	
1891	279.400	53.490	33.930
1892	310.500	55.750	25.000
1893	303.500	47.300	26.000
1894	324.400	54.660	34.625

Til trods for den kolossale forøgelse af produktionen i de senere aar har altsaa beholdningerne, i alle fald helt frem til vaaren eller sommeren 1894, været i aftagende. — Kun i den allersidste tid har beholdningerne paany vist opadgaaende

ziffre, beroende dels paa den kolossale produktion i Montana og dels derpaa, at forbruget i de Forenede Stater i de allersidste par aar, paa grund af den store handelskrise i 1893 og de der endnu herskende usædvanlig daarlige tider, ikke har voxet saa stærkt som tidligere.

3. Til belysning af kobberproduktionens udvikling i de senere tider hidsætter vi en oversigtsmæssig tabel:

### Produktion af kobber

(eng. tons)	1880	1885	1890	1893	1894
Forenede Stater . .	25.000	74.000	116.000	147.000	160.000
Spanien . . . . .	36.300	47.900	51.700	54.000	54.200
Chili . . . . .	42.900	38.500	26.100	21.300	21.300
Japan . . . . .	4.000	10.000	15.000	18.000	20.100
Tyskland. . . . .	10.800	13.300	17.800	16.200	17.200
Mexico . . . . .	400	400	4.300	8.500	11.800
Øvrige verden . . .	34.600	41.500	38.000	38.000	40.000
Sum	154.000	225.600	269.500	303.500	324.400

Altsaa i korthed:

Produktionen i *Chili* har i de senere tider gaaet stærkt tilbage;

*Spanien*, *Tyskland* og i sum alle kobberproducerende lande af tredie og fjerde orden (*Australien*, *Cap*, *Canada*, *Bolivia*, *Rusland*, *Norge*, *Italien* osv.) har holdt sig ved nogenlunde samme høide, uden stigning og uden synkning;

*Mexico* (Boleo) og *Japan* viser ganske væsentlig forøgelse;

og endelig er det de *Forenede Stater*, hvis intense bergverksdrift paa kobber egentlig har medført den betydelige stigning af produktionen i de sidste to decennier. — I de allersidste fire aar har dog produktionen i *Lake-feltet*, der leverer ligesaa meget kobber som hele *Spanien* (*Huelva-feltet*), staaet temmelig nær stille; og det er egentlig kun *Montana*-eller *Butte-feltet*, som har fremkaldt den store forøgelse af produktionen i de allersidste aar, og som derved bærer den væsentligste del af skylden for de nuværende daarlige priser.

4. Selv ved de store amerikanske kobberverk er dog *produktionsomkostningerne*, som vi tidligere (s. 339—348) udførlig har gjort rede for, temmelig høie; navnlig gjælder dette Lake-feltet, med produktionsomkostninger (pr. lbs.) i de senere aar:

De største Lake- gruber.	{	Calumet & Hecla, 1889—91: 8.5—10 cts., nu antagelig lavere.
		Tamarack, 1890—94: 7.6—9.1, middel 8.25 cts.
		Quincy, 1890—92: 8.2—9.1, middel 8.7 cts.
Mindre Lake- gruber.	{	Osceola, 1892—93: 9.1—9.5 cts.
		Atlantic, 1890—91: 11.8 cts.
		Kearsage, 1889—92: 9.5—12.2 cts.

For de store kobberverk i Montana, — Anaconda, Boston-Montana og Butte-Boston, hvilke verk i de allersidste par aar har været de bestemmende for kobberpriserne, — kan produktionsomkostningerne (medregnet indtægt af ædle metaller) for tiden antagelig anslaaes til i middel 7.5—7.7 cts. pr. lbs. (= kr. 605—625 pr. m. ton); ved salgspris af denne høide vilde verkerne for tiden neppe give nogetsomhelst udbytte.

Saa lave produktionsomkostninger som i Montana kan dog meget faa kobberverk opvise, — og overhovedet har jeg ved at studere driftsberetningerne for en flerhed af de større kobberverk rundt om i verden faaet det bestemte indtryk, at den midlere produktionsudgift (heri ogsaa medtaget udgift til fornødne nyanlæg, men ikke forrentning af kapitalen) for tiden — regnet en bloc for alt det kobber, som leveres ved de forskjellige verk — i alle fald ikke kan sættes til under 38—40 £ for Chili bars (eller under 8.5—8.9 cts. pr. lbs.).

Talrige kobberverk gaar ved saa lav salgspris utvivlsomt med betydelige tab, og idet er vel egentlig kun i Montana, at man sig ved denne salgspris kan gjøre nogenlunde gode forretninger.

Et af de vigtigste spørgsmaal for kobberkonjunkturerne er for tiden, hvor længe *Montana-* eller *Butte-feltet* kan opretholde sin nuværende kolos-produktion — 80.000 tons aarlig, svarende til fjerdeparten af den hele verdensproduktion — til saa lave produktionsomkostninger som de for tiden herskende. — Malmforraadet er vistnok her meget betydeligt; men gruberne

gaar temmelig hurtigt mod dybet, idet feltets horizontale udstrækning er lidet, og gangene opgives i alle de beretninger, jeg har læst om dette felt, at blive fattigere mod dybet. Af denne grund ser man gjentagende i de amerikanske tidsskrifter paapeget, at ogsaa produktionen i Montana vil blive begrænset, hvis ikke priserne bedrer sig.

5. Som en faktor af fremtrædende betydning for de nuværende lave kobberpriser maa ogsaa nævnes den store — i forbindelse med Mac Keenley- og Sherman-billerne staaende — *handelskrise i de Forenede Stater i 1893—94* og overhovedet de her fremdeles herskende rent exceptionelt daarlige tider i sin almindelighed. Disse medfører paa den ene side lave arbejds lønninger, med deraf følgende lave produktionsomkostninger for kobber, — og paa den anden side, hvad der er af end større betydning, en almindelig stagnation i forretningslivet, hvoraf følgen har været, at det indenlandske forbrug af kobber i de sidste par aar har staaet stille eller endog (i 1893) aftaget. — I stor udstrækning har man derfor været henvist til at exportere sit kobber til Europa, hvad igjen har virket stærkt trykkende paa det europæiske marked.

Som det fremgaar af ovenstaaende, maa den *middelpri*s, som man for de nærmest følgende aar kan gjøre regning paa, efter min opfatning snarere ligge noget over end noget under 40 £ for Chili bars. — Nogen varig middelpri s paa 45—50 £ eller over 50 £ tør dog neppe paaregnes, og en saadan vilde vel heller ikke blive til varig gavn for vore kobberverk, idet den — hvis den ikke blev begrænset ved dannelsen af en „ring“, saaledes som gjentagende har været paa bane i de senere aar — utvivlsomt vilde medføre en ny overproduktion, med deraf efterfølgende baisse.

Produktionsomkostningerne vil man vistnok for kobber — ligesom for en flærhed af de øvrige store tekniske forbrugs-gjenstande — opnaa gradvis at faa reduceret. En saadan reduktion vil dog antagelig komme til at virke temmelig langsomt, hovedsagelig fordi de navnlig fra midten og slutten af 1880-aarene stammende vigtige fremskridt inden kobberets metallurgi allerede er blevne indførte ved næsten alle vigtigere kobberverk rundt om i verden.



Naar man vil drøfte *kobberets udsigter i en noget fjernere fremtid*, maa man først og fremst fæste opmærksomheden ved, at *forbruget af kobber uvivlsomt vil komme til at stige meget stærkt*.

Vi har ovenfor seet, at konsumtionen af de store tekniske forbrugsgjenstande, som jern, kul, bly, zink, kobber, tin osv., i indeværende aarhundrede — naturvidenskabernes og dampkraftens aarhundrede — har *fordoblet* sig for hvert 15de, 20de eller 25de aar. Aarsagen hertil er selvfølgelig at søge i den fenomenalt raske udvikling, som i dette aarhundrede har gjort sig gjældende paa alle omraader, de videnskabelige, tekniske og sociale. Man kan være sikker paa, at den lov, som har været bestemmende for denne udvikling, fremdeles vil beholde sin kraft; og at som følge deraf omsætningen af de store tekniske forbrugsgjenstande endnu i lange tider vil tiltage ikke i arithmetisk, men i geometrisk progression <sup>1)</sup>.

Det maa erindres, at i den civiliserede verden viser forbruget, beregnet pr. hoved, stadig højere og højere ziffre; desuden stiger folketallet inden hele den verden, som nu er konsument paa markedet, — og civilisationen erobrer stadig nyt terrain, i de tidligere ukultiverede eller halvkultiverede lande.

Hvad specielt konsumtionen af kobber angaar, har vi ovenfor godtgjort, at forbruget af dette metal — *elektricitetens* og derigjennem ogsaa *fremtidens metal* — i de sidste par decennier har udviklet sig endnu hurtigere end f. ex. for jernets og kulletes vedkommende. *Fordoblingen af forbruget af kobber udkrævede sidste gang — hovedsagelig paa grund af den store konsumtion paa elektricitetens omraade — kun et tidsrum af omkring 15 aar; ja, i lande, hvor elektriciteten har faaet fast fodfæste, som i de Forenede Stater og i Tyskland, udkrævede fordoblingen af forbruget endog kun 8—10 aar.*

Med disse kjendsgjerninger for øie maa vi gaa ud fra, at forbruget af kobber fra nu af og ud i fremtiden vil fordoble sig i en tidsperiode af allerhøist 25 aar, antagelig kun 15—20 aar.

<sup>1)</sup> Altsaa ikke med vist *konstant*, men med *procentisk øget* tillæg for hvert enkelt aar.

— Anslaaar vi forbruget af kobber i 1894 til 300.000 tons, — hvilket utvivlsomt er noget for lavt, idet vi snarere kunde gaa ud fra 325.000 tons, — skulde altsaa et *aarligt forbrug stort 600.000 tons være naaet allerede i 1910—1915, eller allerede i 1920*. Og man maa vistnok ogsaa kunne forudsætte, at *allerede før midten af næste aarhundrede vil det aarlige forbrug af kobber være steget til 1 mill. tons*.

Det store spørgsmaal er nu:

*Hvorledes vil verdens kobberforekomster kunne møde et saadant kolossalt forbrug i fremtiden?*

Det er selvfølgelig umuligt at besvare dette spørgsmaal med sikkerhed; dog kan det have sin interesse at forsøge at skitsere nogle momenter til belysning af samme.

Vi maa først fremholde, at der hidtil *ikke er bleven paavist en eneste enkelt-forekomst eller et eneste grubefelt, som gennem lange aarrækker har kunnet holde ud en aarlig kolos-produktion af f. ex. 75.000 à 100.000 tons*, naar man, paa grund af kobberpriserne, har maattet indskrænke brydningen til kun at omfatte de *rigere malme*.

*Cornwall*, som i begyndelsen og midten af indeværende aarhundrede var verdens vigtigste kobberproducent, var *udtømt efter at have leveret 1 $\frac{3}{4}$  mill. tons kobber*;

*Fahlun*, som indtil midten af indeværende aarhundrede var det vigtigste — eller i alle fald et af de vigtigste — (enkelt-)kobberverk i den gamle verden, *nærmer sig nu sin afslutning efter at have leveret ikke fuldt 1 $\frac{1}{2}$  mill. tons kobber*;

*Chili*, som var den vigtigste producent i perioden 1855—1880, har nu, efter en *samlet aareladning af 2—2 $\frac{1}{2}$  mill. tons kobber*, maattet *reducere sin produktion til halvdelen af, hvad der fandt sted tidligere (1865—1885)*, idet mange gruber er udtømte eller blevne fattigere mod dybet;

*Spanien*, som forlængst aldeles har distanceret Chili, sidder vistnok, i det bekjendte *Huelva-felt*, inde med *kolossale kisforekomster*, men malmene er her gennemgaaende temmelig *fattige paa kobber*, med i middel, selv ved de mest renomerede forekomster (som Rio Tinto og Tharsis), kun 2.75—3 % *kobber* (virkelig kemisk middelgehalt i den hele kismasse). Af denne grund vil malmens metallurgiske behandling altid falde temmelig kostbar (eller være forbundet med store tab), og naar man maa gaa over fra dagbrudsdrift til virkelig grubedrift,

vil ogsaa brydningsudgiften blive forøget; dels af disse grunde og dels, fordi den spanske produktion af *kobber* er delvis begrænset ved efterspørgselen efter *kis* (til svovlsyrefabrikkerne), er det neppe sandsynligt, at Spanien i fremtiden kommer til at levere et større procentisk bidrag til den samlede kobberproduktion, end tilfældet har været i de senere tider (nu 17—18 % af den totale produktion);

*Tyskland* har i sin *kobberskifer* en storartet tilgang paa kobbermalm; denne kobberskifer er dog saa fattig, at det er tvivlsomt, om den selv der, hvor den er rigest (nemlig i Mansfelder-distriktet), under de nuværende lave kobber- og sølvpriser kan lønne arbeidet;

hele det *øvrige Europa* (europæiske Rusland, Norge, Italien, Østerrige, Ungarn osv.) leverer nu i sum kun 3—4 % af den hele kobberproduktion; man kan ikke vente, at nogen af disse lande i fremtiden kan komme til at indtage nogen dominerende stilling paa markedet;

*Bolivia* og *Peru*, *Australien*, *Capkolonien*, videre *Canada* og *Ny-Foundland* sidder alle inde med ganske betydelige kobbermalmforekomster; alligevel synes man ikke nogetsteds her at kunne gjøre regning paa nogen rigtig storartet kobberproduktion. — I Australien og Capkolonien kulminerede bergverksdriften paa kobber allerede i 1870-aarene. Og i Bolivia og Peru, ligesom ogsaa *Mexico*, har man gennem aarhundreders løb havt meget betydelig bergverksdrift paa ædle metaller, navnlig *sølv*, medens kobber her aldrig har spillet nogen særdeles væsentlig rolle; vistnok fordi kobbermalmforekomsterne her i det hele og store er af relativt underordnet betydning<sup>1)</sup>; kun det enkelte kobberverk Boleo i Mexico — samt Coro-coro i Bolivia — danner herfra en undtagelse. Fra alle disse lande maa man dog være forberedt paa nye fund, og produktionen vil vistnok ogsaa stige ved forbedrede kommunikationer.

De lande, som for tiden byder de største chancer for en stærkt øget kobberproduktion, er Japan og de Forenede Stater. — I det førstnævnte af disse, altsaa *Japan*, har man *talrige og meget betydelige, om end muligens ikke saa særdeles rige kobbermalmforekomster*; men til gjengjæld har man her *yderst*

<sup>1)</sup> I Chili har tyngdepunktet af bergverksdriften gennem meget lange tider ligget paa *kobber*; i Bolivia, Peru og Mexico derimod ligesaa konstant paa *sølv*.

*lav arbeidsløn*, saa bergverksdriften paa kobber her — navnlig under de nuværende politiske og civilisatoriske betingelser — vistnok vil udvikle sig meget hurtigt.

Og endelig kommer de *Forenede Stater*, for hvis *storartede forekomster*, navnlig i *Montana*, *Michigan* og *Arizona*, vi ovenfor har gjort udførlig rede.

Som det fremgaar af ovenstaaende, er kobber vistnok et meget udbredt metal; alligevel er kobbermalmforekomster, som udmærker sig *samtidig* ved *kolossale dimensioner* og ved *rig malm*, hidtil kun paavist inden ganske faa distrikter, nemlig kun i *Montana*, *Michigan*, *Spanien* (*Huelva*) og *Chili* samt vel ogsaa i *Japan*. Vistnok maa man, navnlig i de store dele af vor jord, hvor civilisationen endnu ikke har trængt frem, være forberedt paa opdagelse af nye store fund; det er dog en kjendsgjerning, at rigtig gigantiske koncentrationer af kobbermalm inden alle de hidtil undersøgte dele af verden (hele Europa; næsten hele Amerika; nogenlunde store dele af Asien og Australien og noget af Afrika) hører til de store sjældenheder, og denne regel vil vistnok ogsaa beholde sin gyldighed i den verden, som endnu staar tilbage at befare for bergmanden.

Videre er hidtil ikke bleven konstateret med sikkerhed, at nogen af de fem nu kjendte største forekomster eller forekomst-felter (*Montana*, *Michigan*, *Huelva*, *Chili*, *Japan*) i længden kan taale nogen gigant-produktion, — i alle fald ikke, naar man paa grund af konjunkturernes tryk er nødt til at begrænse sig til kun at afbygge den *rige malm*.

Naar man samtidig betænker, at forbruget af kobber antagelig allerede inden en eller et par menneskealdere vil have naaet dimensioner, som man nu neppe kan gjøre sig nogen korrekt forestilling om, ledes vi uvilkaarlig til den formodning, at i fremtiden vil man ikke i endnu større grad, end tilfældet nu er, komme til at maatte begrænse sig kun til de *rige malmfelter*. Snarere kan vi tænke os muligheden af, at man i fremtiden endog kan komme til at afbygge forekomster, som under nutidens konjukturer ikke lønner arbeidet.

Naar spørgsmaalet er om *kobberets salgspris*, maa det særlig betones, at prisen paa dette metal — ligesom ogsaa paa de øvrige metaller — vil være beroende paa et kompleks af forskellige faktorer, navnlig *myntenhedernes kjøbeevne*, de tek-



*niske fremskridt og driftsbetingelserne ved de større toneangivende forekomster.* I de senere decennier har prisen paa kobber faldt procentisk endnu noget stærkere end prisen paa en flerhed af de øvrige store tekniske forbrugsgjenstande, — et forhold, som har været fremkaldt ved de store ny-fund af rige kobbermalmfelter (navnlig Lake- og Montana-felterne).

For fremtiden maa vi forestille os, at prisen paa kobber antagelig kommer til at holde temmelig nøie skridt med prisen paa de øvrige store tekniske produkter, som jern, kul, osv.

Over den hele linje vil der rimeligvis, i alle fald i de nærmeste decennier, finde sted et nogenlunde jævnt prisfald, idet man maa formode, at ogsaa i fremtiden vil de tekniske fremskridt komme til mere end opveie arbejdslønnens stigning. Forøvrigt kan her det store guld-sølv-spørgsmaal eller i sin almindelighed de forskellige landes mynt- og finantspolitik komme til at gribe stærkt ind, ogsaa paa salgsprisen af de uædle metaller.

Man vil muligens gjøre den indvending, at den tankegang, som her er fremholdt for *kobberets* vedkommende, til en vis grad falder sammen med den, som tidligere er gjort gjældende af den bekjendte Wiener-geolog og politiker *E. Suess* for *de ædle metaller*s vedkommende, i hans interessante og opsigtsvækkende arbejder „Zukunft des Goldes“ (1877) og „Zukunft des Silbers“ (1892); videre, at *Suess's* profetier for guld og sølv har vist sig ikke at holde stik, og at i analogi hermed heller ikke det blik ind i fremtiden, som vi her har forsøgt at oprulle for kobberets vedkommende, skal kunne tillægges nogen betydning.

Hertil vil vi bemærke, at de to myntmetaller, guld og sølv, i statsekonomisk henseende indtager en fuldstændig særstilling, idet de ikke — eller i alle fald kun rent underordnet — indgaar som ordinære forbrugsgjenstande paa det store sociale og industrielle marked. Man kan saaledes ikke gjøre regning paa, at forbruget af disse to ædle metaller skal holde skridt med forbruget af de metaller, som er nødvendighedsartikler saavel i det daglige liv som paa hele det tekniske omraade.

Videre maa jeg faa lov til at gjøre den mere personlige bemærkning, at jeg, saavidt tid og omstændigheder har tilladt det, har forsøgt at erhverve mig et overblik over næsten alle de vigtige tilgange paa raamaterial, som falder ind under det egentlige montanistiske omraade; specielt har jeg nogenlunde nøie studeret de store forekomster af følgende metaller, guld, sølv, kobber, jern, nikkel, tin og krom<sup>1</sup>). Jeg er ved dette studium kommet til den opfatning, at tilgangen paa raamaterial for kobber indtager noget af en særstilling, — i alle fald en fuldstændig særstilling sammenlignet f. ex. med raamaterialet for jern. For dette metal kjender vi saaledes — selv i den gamle verden, hvis malmtilgange i det hele og store ikke er saa storartede som i den nye verden — aldeles kolossale forekomster, som vil kunne vare for meget lange aarrækker; eksempelvis kan saaledes nævnes: Kirunavara og Gellivara i Nord-Sverige, som ned til et dyb af 600 m. vil kunne levere i sum henholdsvis med runde tal 800 og 400 mill. tons rujern; det bekjendte minette-felt i Luxemburg-Lothringen, hvor man allerede har konstateret raamaterial for mindst 700 mill. tons rujern; videre kan henvises til Mesabi range-feltet i de Forenede Stater.

For tiden produceres omkring 80 gange saa meget jern som kobber; skulde man for kobber have analogt store malmtilgange, maatte disse altsaa representere et totalindhold af 10, 9, 5 mill. tons kobber; — det vil sige, de store forekomster maatte gaa op til et større antal mill. tons kobber.

Vi har dog tidligere — navnlig med erfaringen fra Cornwall, Chili og Michigan for øie — godtgjort, at selv de største hidtil kjendte forekomster, i alle fald, naar vi kun tager hensyn til forekomster af nogenlunde *rige* kobbermalme, ikke kan maales med saa store maal<sup>2</sup>).

Ogsaa for guld, sølv og nikkel har man nu (for guld navnlig i Transvaal, Forenede Stater og Australien; for sølv navnlig i de Forenede Stater, Mexico, Bolivia og Brockenhill,

<sup>1</sup>) Derimod har jeg ikke sat mig saa nøie ind i tilgangene paa raamaterial for bly og zink, at jeg tør udtale mig nærmere om disse to metaller; kun kan antydes, at zink muligens nærmest blir at stille i kategori med kobber.

<sup>2</sup>) Huelvafeltet er vistnok større, men her er malmen til gjengjæld oftest fattig.

Australien; for nikkel navnlig i Canada og Ny-Caledonien) ved de store forekomster paavist tilgange, som relativt — i forhold til den nuværende aarlige produktion af metallerne — er større end de tilgange, man kjender for kobberets vedkommende.

Ogsaa de sidst i rette lagte momenter fører til den betragtningsmaade, at det fra producentens side ikke skulde synes berettiget at anskue kobberets fremtid fra noget udpræget pessimistisk standpunkt. At udtale sig med sikkerhed herom er vistnok umuligt; sandsynligheden taler dog for, at den fremtidige efterspørgsel efter kobber — *fremtidens metal* — vil blive saa kolossal, at behovet ikke kan dækkes ved produktion kun af et faatal store og rige grubefelter.

(Fortsættes.)





10. 21. 07

505.481

NYT MAGAZIN  
FOR  
NATURVIDENSKABERNE.

---

Grundlagt af  
Den Physiographiske Forening  
i Christiania.

Udgivet ved  
D. C. Danielssen. H. Mohn. Th. Hiortdahl. W. C. Brøgger.

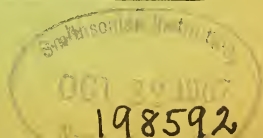
---

34te Binds 1ste Hefte.  
4de Rækkes 2det Binds 1ste Hefte.

---

Christiania.  
P. T. Mallings Boghandel.  
A. W. Brøgers Bogtrykkeri.

1893.



# Bergens museums prisbelønning for 1893.

**Pris: Joachim Frieles guldmedalje, værdi 400 kroner.**

Prisbelønningen uddeles ifølge gavebrevets art. 2 hvert 3die aar »for det videnskabelige Arbeide over Norges Hav- eller Landfauna, som Musedirektionen efter udstedt Opfordring til Konkurrence har fundet værdigt til Belønning«.

Arbeidet, der maa være grundet paa selvstændige undersøgelser og ledsaget af tegninger, kan behandle hvilkensomhelst del af faunaen.

Afhandlingerne, der skal være affattede i et af de nordiske sprog, betegnes ikke med forfatterens navn, men med et motto, og ledsages af et forseglet brev indeholdende forfatterens navn, stand, bopæl og samme motto.

Den belønnede prisafhandling med tegninger blir som museets eiendom udgivet i trykken.

Prisafhandlingen indsendes til Bergens museums direktion inden udgangen af september 1893, og prisbelønningen uddeles 18de december samme aar.

Bergen i musedirektionen den 25de januar 1892.

**D. C. Danielssen.   Chr. Henrichsen.   Herman Friele.**

**G. Armauer Hansen.**

**B. E. Bendixen.**

**C. Berner.**

**N. Nicoll.**

---

**Brunchorst.**

## Indhold.

---

- Nogle Iagttagelser over Isens Bevægelse i Fjeldstrækningen øst-  
for Storsjøen i Rendalen. Af O. E. Schiøtz.  
Om Øiegneisen i Sparagmitfjeldet. Af O. E. Schiøtz.  
Isbræstudier i Jotunheimen. Af P. A. Øyen.  
Om *Grimmia Ryani* Limpr. in litt. Med en Tavle. Af N.  
Bryhn.  
Lidt om vegetationen ved Kaafjorden i Lyngen. Af E. Jør-  
gensen.
- 

Bidrag til Magazinet bedes indsendte til Prof. Hiortdahl i Christiania.

---

Aarlig vil af „Nyt Magazin for Naturvidenskaberne“  
udkomme 3 til 4 Hefter, hvert paa 6 til 7 Ark, som koster  
for Subskribenterne 2 Kroner. Med Posterne bliver det  
frit forsendt. Subskription modtages af Tidsskriftets Kom-  
missionær **P. T. Mallings Boghandel.**

---

Forfatterne ere selv ansvarlige for deres Afhandling.

# WORLD'S COLUMBIAN EXPOSITION.

DEPARTEMENT OF ZOOPRAXOGRAPHY.

## ANNOUNCEMENT.

By invitation of the FINE ARTS COMMISSION of the World's Columbian Exposition, Mr. EADWEARD MUYRBRIDGE will give at intervals, from May to October, 1893, in the Zoopraxographical Hall of the Exposition, a series of Lectures on the *Science of Animal Locomotion*, especially in its relation to *Design in Art*.

These Lectures will be given under the auspices of the United States Government BUREAU OF EDUCATION, and will be based on the elaborate work — »Animal Locomotion« — containing the results of the electro-photographic investigation of the movements of animals, made by Mr. Muybridge for the UNIVERSITY OF PENNSYLVANIA.

From the investigations of Mr. Muybridge — which were commenced in 1872 — originated the Science of *Zoopraxography*, and Lectures and demonstrations on this subject have been given by the Author at nearly all the principal Institutions of Science, Art, and Education in the United States and in Europe.

It is a subject of the most profound importance to the Scientist and the Artist, and has been universally recognized as of the greatest interest of the general public.

Although it is probable that the present series of Lectures may not be unworthy the attention of the Philosopher, they will be free from technicalities, and adapted not merely for the instruction, but also for the entertainment of popular and juvenile audiences.

The illustrations will comprise a selection of consecutive phases of movements by Men, Women, Children, Horses, Dogs, Cats, Wild Animals, and Birds, photographed while they were running, jumping, boxing, dancing, galloping, trotting, kicking, flying, or engaged in other muscular exercises. They will be projected by the electric light on a large screen, and after an analysis, the successive phases will be combined, and put in motion with the semblance of actual life by the ZOOPRAXISCOPE.

The differences between a true and a false impression of animal movements will be demonstrated by illuminated projections of the works of many eminent Painters and Sculptors of Ancient and Modern times.

For a synopsis of the Lectures, and arrangements for the admissions of Associations, Colleges, Art Schools, and other special audiences, address

NEWTON H. CARPENTER,

*Secretary,*

Art Institute,

Chicago, Illinois,

U. S. A.

CHICAGO, January, 1893.



10.21.07

# NYT MAGAZIN

FOR

## NATURVIDENSKABERNE.

---

Grundlagt af  
Den Physiographiske Forening  
i Christiania.

Udgivet ved  
H. Mohn.      Th. Hiortdahl.      W. C. Brøgger.

---

34te Binds 3die og 4de Hefte.  
4de Rækkes 2det Binds 3die og 4de Hefte.

---

Christiania.  
P. T. Mallings Boghandel.  
A. W. Brøggers Bogtrykkeri.

1895.

OCT 24 1897



## Indhold.

---

Om beliggenheden af bræskillet og forskjellen mellem kyst- og kontinentalsiden hos den skandinaviske storbræ. Af Andr. M. Hansen . . . . .	112
Den canadiske nikkelindustri; bessemøring af nikkelsten; udsigterne for den norske nikkelindustri. Af J. H. L. Vogt . . . . .	215
Om Bestemmelse af Søvandets Saltgehalt ved Hjælp af dets elektriske Ledningsevne. Af Hercules Tornøe. (Med 1 Planche)	232
Mærker fra istiden og postglaciale skjælbanker i Namdalen. Af J. Rekstad . . . . .	241
Kobberets historie i fortid og nutid og om udsigterne for fremtiden. Af J. H. L. Vogt . . . . .	259

---

Bidrag til Magazinet bedes indsendte til Prof. Hiortdahl i Christiania.

---

Aarlig vil af „Nyt Magazin for Naturvidenskaberne“ udkomme 3 til 4 Hefter, hvert paa 6 til 7 Ark, som koster for Subskribenterne 2 Kroner. Med Posterne bliver det frit forsendt. Subskription modtages af Tidsskriftets Kommissionær P. T. Mallings Boghandel.

---

## Bergens Museum.

---

### Prisbelønning af Joachim Frieles legat.

Legatets fundats bestemmer bl. a., at der af renterne hvert 3die aar udredes en prisbelønning, bestaaende af en guldmedalje af 400 kroners værdi, for det videnskabelige arbejde over Norges land- eller havfauna, som museets bestyrelse efter udstedt opfordring til konkurrence, finder værdigt til saadan belønning. Ligeledes udredes af legatets renter det fornødne til udgivelse af det prisbelønnede arbejde med tilhørende plancher.

I henhold hertil opfordres videnskabsmænd, der ønsker at konkurrere om denne prisbelønning, til *inden udgangen af september 1896* at indsende sine konkurrencearbejder til bestyrelsen for Bergens Museum. Saafremt noget af de indsendte arbejder findes værdigt til at prisbelønnes, finder uddelingen sted den 18de december s. aar.

Afhandlingerne, der kan være affattede paa et af de nordiske sprog, paa tysk, fransk eller engelsk, indsendes i manuskript og være forsynede med et motto samt ledsagede af forseglet brev betegnet med samme motto og indeholdende forfatterens navn og adresse.

Bergens Museum d. 19 januar 1895.

Dr. G. A. Hansen.

---

Brunchorst.

---

Forfatterne ere selv ansvarlige for deres Afhandlinger.

31817

(14)















SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES



3 9088 01355 0736